

**STUDI KEANDALAN STRUKTUR JEMBATAN SUNGAI PAPP
BERDASARKAN BEBAN LALU LINTAS**



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
pendidikan diploma tiga (D-3) Program Studi Teknik Konstruksi Sipil
Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Ujung Pandang

AGUNG SETIA BUDI (312 17 004)

**PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK KOSTRUKSI SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul “Studi Keandalan Struktur Jembatan Sungai Pappa Berdasarkan Beban Lalu Lintas” oleh Agung Setia Budi (312 17 004) telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Konstruksi Sipil Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2020

Menyetujui,

Pembimbing I

Haeril Abdi Hasanuddin, S.T., M.T.
NIP. 19751102 200501 1 002

Pembimbing II

Syahlendra Svahrul, S.T., M.T.
NIP. 19870531 201504 1 004

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Politeknik Negeri Ujung Pandang



Dr. Andi Muh. Subhan, S.T., M.T.

NIP. 19670530 199703 1 001

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini Rabu tanggal 09 September 2020, tim penguji ujian sidang laporan tugas akhir telah menerima hasil ujian sidang laporan tugas akhir oleh mahasiswa Agung Setia Budi. NIM 31217004 dengan judul "Studi Keandalan Struktur Jembatan Sungai Pappa Berdasarkan Beban Lalu Lintas"

Makassar, September 2019

Tim Penguji Ujian Sidang Laporan Tugas Akhir

- | | |
|--------------------------------------|---------------|
| 1. Dr.Ir Hasriana M.T. | Ketua |
| 2. Zulvyah Faisal, ST., M.T. | Sekretaris |
| 3. Jhon Asik, S.ST., M.T. | Anggota |
| 4. Nursamiah, ST., M.T. | Anggota |
| 5. Haeril Abdi Hasanuddin, ST., M.T. | Pembimbing I |
| 6. Syahlendra Syahrul, ST., M.T. | Pembimbing II |

(.....)
(.....)
(.....)
(.....)
(.....)
(.....)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan kepada ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan karunia-Nya maka kami dapat menyelesaikan penulisan Skripsi / Tugas Akhir ini yang berjudul "Studi Keandalan Struktur Jembatan Sungai Pappa Berdasarkan Beban Lalu Lintas" dengan baik.

Dalam penyusunan laporan ini tak lupa kami mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
2. Bapak Dr Andi Muhammad Subhan, S.T.,M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Jhon Asik, S.ST., M.T., selaku ketua program studi D3 Konstruksi Sipil.
4. Bapak Haeril Abdi Hasanuddin, S.T., M.T. selaku Pembimbing I Tugas Akhir.
5. Bapak Syahlenra Syahrul, S.T., M.T. selaku Pembimbing II Tugas Akhir.
6. Orang tua, saudara-saudara dan teman-teman kami atas semua doa dan dorongan baik berupa moril dan materil selama kegiatan penelitian berlangsung.

Kami menyadari dalam penyusunan skripsi/ tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati kami sangat mengharapkan saran dan kritikan yang bersifat membangun demi penyempurnaan penulisan skripsi / tugas akhir ini. Akhir kata semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua .

Makassar, September 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Sampul	i
Halaman Persetujuan.....	ii
Halaman Penerimaan	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi.....	v
Dafttar Singkatan	vii
Daftar Tabel	viii
Daftar Gambar.....	ix
Abstrak	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 . Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Umum	5
2.2 Jenis – Jenis Jembatan.....	6
2.3 Bagian Struktur Jembatan	8

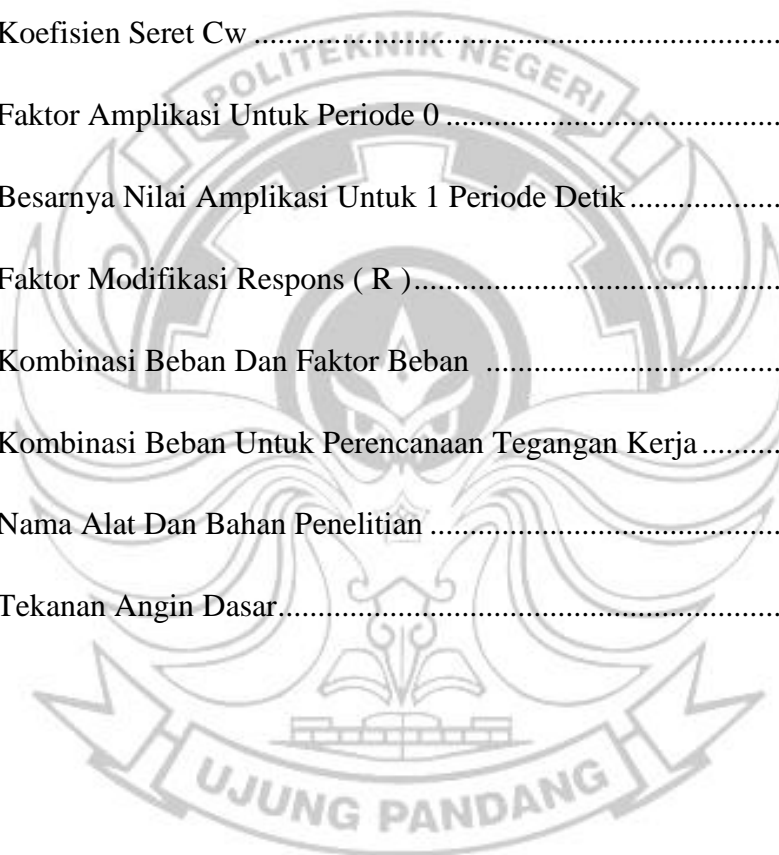
2.4 Pembebanan	13
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Lokasi Dan Waktu Penelitian.....	30
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	31
3.3 Tahapan Kegiatan.....	33
3.4 Metode Analisis Data.....	36
3.5 Proses Evaluasi Data.....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Teknis	39
4.2 Analisa Struktur	40
4.3 Analisa Kapasitas Struktur.....	47
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54
LAMPIRAN	

DAFTAR SINGKATAN

BTR	Beban terbagi rata
FBD	Faktor Beban Dinamis
V_{DZ}	Kecepatan Angin Rencana
V_{10}	Kecepatan Angin Pada Elevasi
V_0	Kecepatan Gesekan Angin
Z_0	Panjang Gesekan
P_B	Tekanan Angin Dasar
EQ	Gaya Gempa Horizontal Statis (kN)
R	Faktor Modifikasi Respons
Csm	Koefisien Respons Gempa
Wt	Berat Keseluruhan Struktur
MS	Berat Sendiri
MA	Beban Mati
PR	Gaya Prategang
TT	Beban Truk "T"
TD	Beban Lajur "D"
TB	Gaya Akibat Rem
TP	Beban Pejalan Kaki
EWS	Beban Angin Pada Struktur
EWL	Beban Angin Pada Kendaraan

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Berat Isi Bahan Bangunan	14
Tabel 2.2 Jumlah Lajur Lalu Lintas	15
Tabel 2.3 Kecepatan Angin Rencana	20
Tabel 2.4 Koefisien Seret C_w	20
Tabel 2.5 Faktor Amplikasi Untuk Periode 0	22
Tabel 2.6 Besarnya Nilai Amplikasi Untuk 1 Periode Detik	23
Tabel 2.7 Faktor Modifikasi Respons (R)	24
Tabel 2.8 Kombinasi Beban Dan Faktor Beban	26
Tabel 2.9 Kombinasi Beban Untuk Perencanaan Tegangan Kerja	28
Tabel 3.1 Nama Alat Dan Bahan Penelitian	31
Tabel 4.1 Tekanan Angin Dasar	45



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Jenis – Jenis Jembatan.....	7
Gambar 2.2 Bagian – Bagian Struktur Jembatan	13
Gambar 2.3 Intensitas Beban Lajur.....	16
Gambar 2.4 Ketentuan Beban T.....	19
Gambar 2.5 Bentuk Tipikal Respons Spektra.....	24
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	30
Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian	38
Gambar 4.1 Model Jembatan Rangka	39
Gambar 4.2 Material Yang Digunakan	40
Gambar 4.3 Pemodelan Pembebanan Beban Mati.....	41
Gambar 4.4 Pembebanan Truk T	42
Gambar 4.5 Gabungan Garis Pengaruh Beban Roda Pada Truk	43
Gambar 4.6 Pemodelan Pembebanan Beban Truk.....	44
Gambar 4.7 Pemodelan Pembebanan Angin.....	46
Gambar 4.8 Peta Percepatan PGA Probabilitas	46
Gambar 4.9 Pemodelan Pembebanan Beban Gempa.....	47
Gambar 4.10 Axial Force	48
Gambar 4.11 Shear 2-2	48
Gambar 4.12 Momen 2-2	49

Gambar 4.13 Cek Struktur	49
Gambar 4.14 Stess Ratio Keseluruhan.....	50
Gambar 4.15 Lendutan Akibat Beban Yang Bekerja.....	50
Gambar 4.16 Nilai Kapasitas Tekan	51
Gambar 4.17 Nilai Kapasitas Tarik.....	51
Gambar 4.18 Nilai Kapasitas Lentur.....	51
Gambar 4.19 Nilai Kapasitas Geser.....	52



STUDI KEANDALAN STRUKTUR JEMBATAN SUNGAI PAPPa BERDASARKAN BEBAN LALU LINTAS

Oleh :
Agung Setia Budi
Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang

ABSTRAK

Kondisi struktur jembatan di Indonesia yang akhir-akhir ini banyak mengalami kegagalan mekanis struktur seperti ambruk dan amblasnya Jembatan Kutai Kartanegara, Jembatan Mayoa Sulawesi Tengah, Jembatan Kuningan Palu, Jembatan Bamba Batulappa Pinrang, dan jembatan-jembatan lainnya di Indonesia yang disebabkan karena bencana alam, ada pula yang disebabkan oleh beban operasional yang terlalu tinggi, melampaui beban desain rencana maksimum yang dapat dilayani oleh jembatan menambah jumlah catatan kegagalan struktur Jembatan di Indonesia.

Pada penelitian ini data-data yang diperoleh dari hasil survey jembatan dan kendaraan akan digunakan untuk membuat model jembatan dan nilai-nilai beban akan dimasukkan kedalam perangkat lunak *SAP2000*. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan keandalan atau ketahanan dari suatu struktur jembatan sungai Pappa terhadap beban lalu lintas dan untuk mengetahui deformasi dari pembebanan jembatan.

Dari hasil analisa dengan bantuan perangkat lunak *SAP2000* menunjukkan bahwa jembatan sungai Pappa masih bisa menahan beban yang telah dibuat. Hal ini dilihat dari hasil analisis struktur jembatan yang menunjukkan nilainya masih dikategorikan aman. Berdasarkan hasil ratio setiap profil berwarna orange atau kuning dengan nilai antara 0,7- 0,9 masih kurang dari 1. Hal ini menunjukkan bahwa jembatan memiliki keandalan atau ketahanan dalam menahan beban lalu lintas yang melewatinya. Untuk besaran deformasi vertical diperoleh sebesar 60.33 mm, masih memenuhi standar lendutan yang diterapkan dalam SNI sebesar $L/240 = 145$ mm.

Kata kunci: Kegagalan mekanis struktur Jembatan; Beban Lalu Lintas; Keandalan Struktur jembatan; Deformasi vertical

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan sarana transportasi sangat diperlukan sejalan dengan semakin pesatnya pertumbuhan sosial ekonomi pada hampir seluruh wilayah di Indonesia. Sehingga pembangunan prasarana transportasi sangat menentukan dalam menunjang tercapainya program pembangunan yang sudah direncanakan. Pembangunan prasarana transportasi berupa peningkatan jalan dan jembatan harus sesuai dengan perkembangan daerah yang bersangkutan dan diusahakan mengikuti jalur jalan lama yang sudah ada.

Mengingat pentingnya peranan jembatan, maka pembangunan jembatan harus ditinjau dari berbagai sisi. Hal tersebut antara lain peninjauan keandalan atau ketahanan konstruksi jembatan tersebut, dalam hubungannya dengan klasifikasi jembatan sesuai dengan tingkat pelayanan dan kemampuannya dalam menerima beban. Dalam kaitannya dengan keselamatan maka perlu diperhatikan juga tingkat keamanan dan kenyamanan dalam pemakaian jembatan tersebut.

Jembatan Pappa yang terletak di Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia. Jembatan ini merupakan jembatan rangka baja. Sering dengan perkembangan daerah dan arus lalu lintas yang semakin banyak, maka kapasitas ketahanan dari jembatan tersebut mulai berkurang untuk mendukung kelancaran lalu lintas.

Dengan adanya masalah ini, maka perlu diadakan pemeriksaan terhadap kondisi jembatan dimaksudkan untuk sedini mungkin mengidentifikasi bilamana terdapat kerusakan-kerusakan pada struktur jembatan sehingga penanganan yang efektif dan efisien dapat dilakukan sesuai dengan kondisi kerusakan yang terjadi.

Berangkat dari hal ini, penulis mencoba melakukan penelitian untuk mengetahui ketahanan dari suatu struktur jembatan yang ada di Sulawesi Selatan. Adapun judul tugas akhir ini adalah :

**“Studi Keandalan Struktur Jembatan Sungai Pappa Berdasarkan Beban
Lalu Lintas ”**

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang sebelumnya, maka dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana keandalan atau ketahanan struktur jembatan sungai Pappa terhadap beban lalu lintas?
2. Bagaimana pembebanan dan deformasi struktur berdasarkan beban-beban yang bekerja terhadap struktur jembatan sungai Pappa ?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Untuk mendapatkan keandalan atau ketahanan dari struktur jembatan sungai Pappa terhadap beban lalu lintas.

2. Untuk menganalisis pembebanan dan deformasi dari struktur jembatan berdasarkan beban-beban yang bekerja pada struktur jembatan sungai Pappa.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pembatasan studi ini hanya pada lokasi jembatan sungai Pappa terutama pada struktur jembatan dalam hal ini dikhususkan pada struktur rangka jembatan baja.
2. Kelengkapan data yang diperoleh pada saat survey akan digunakan sebagai nilai beban operasional jembatan yang selanjutnya akan digunakan sebagai beban hidup.
3. Software yang digunakan adalah *SAP2000*.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan wawasan dan pemahaman mengenai keandalan atau ketahanan dari struktur jembatan. Diharapkan inovasi-inovasi yang terkait dengan pencegahan kerusakan jembatan dapat dikembangkan sehingga jembatan yang ada di Indonesia dapat bertahan sampai dengan umur yang ditentukan.

Penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya yang terkait dengan studi keandalan struktur jembatan itu sendiri. Data-data yang diperoleh juga dapat dimanfaatkan untuk pedoman

menciptakan inovasi baru untuk menjaga keandalan atau ketahanan dari jembatan itu sendiri.

Jika penelitian ini berhasil, diharapkan mampu untuk mengurangi terjadinya kerusakan-kerusakan jembatan yang ada di Indonesia. Hal ini juga menjadi salah satu pencegahan terjadinya kerusakan pada jembatan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Jembatan merupakan salah satu bangunan pelengkap prasarana transportasi jalan yang menghubungkan suatu tempat ke tempat yang lain, yang dapat dilintasi oleh sesuatu benda yang bergerak misalnya suatu lintas yang terputus akibat rintangan atau sebab lainnya (Supriadi et al. 2007), dengan cara melompati rintangan tersebut tanpa menimbun/menutup rintangan itu apabila jembatan terputus maka lalu lintas akan terhenti. Benda bergerak tersebut dapat berupa jalan kendaraan, jalan kereta api, jalan pejalan kaki, maupun jalan angkutan bahan atau barang. Sedangkan rintangan tersebut dapat berupa jalan kendaran, jalan kereta api, lintasan air, sungai, lembah atau jurang.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 yang dimaksud dengan “jembatan” adalah jalan yang terletak diatas permukaan air dan diatas permukaan tanah. Jembatan memudahkan penyeberangannya melewati rintangan atau hambatan yang ada. Secara geometrik lebar jembatan berfungsi sebagai pengontrol volume arus kendaraan yang dapat dilayani oleh sistem transportasi. Mengingat fungsi di atas, jembatan dapat dikategorikan sebagai salah satu prasarana transportasi yang sangat penting dalam memperlancar pergerakan lalu lintas.

Jembatan merupakan jenis konstruksi yang tidak mudah dimodifikasi pada konstruksinya. Hal tersebut dikarenakan perubahan biaya yang relatif tinggi dan pengaruh dari kelancaran lalu lintas pada pelaksanaan pekerjaan akan terhambat. Oleh sebab itu jembatan dibangun dengan umur sekitar 25-50 tahun.

2.2 Jenis–Jenis Jembatan

Jenis jembatan telah mengalami perkembangan yang pesat sesuai dengan kemajuan jaman dan teknologi sekarang ini, mulai dari yang sederhana hingga konstruksi yang modern.

Jenis jembatan dapat diklasifikasikan berdasarkan fungsi, bahan konstruksi, lokasi dan tipe struktur. Jembatan dapat dibedakan berdasarkan bahan penyusun konstruksinya (Manu, 1995), jembatan dapat dibedakan menjadi beberapa macam diantaranya :

- a. Jembatan kayu (*log brodge*)
- b. Jembatan beton (*concrete bridge*)
- c. Jembatan beton prategang (*prestressed concrete bridge*)
- d. Jembatan baja (*stell bridge*)
- e. Jembatan komposit (*composite bridge*).



a.



b.



c.



d.

e.

(Sumber : *All About Safety*, 2013)

Gambar 2.1 Jenis-Jenis Jembatan a. Jembatan Kayu, b. Jembatan Beton,
c. Jembatan Prategang, d. Jembatan Baja, e. Jembatan Komposit

Berdasarkan tipe strukturnya, Jembatan dapat dibedakan menjadi beberapa macam (Supriyadi et al. 2007), antara lain:

- a. Jembatan pelat (*slab bridge*)
- b. Jembatan pelat berongga (*void slab bridge*)
- c. Jembatan gelagar (*girder bridge*)
- d. Jembatan rangka (*truss bridge*)
- e. Jembatan pelengkung (*arch bridge*)
- f. Jembatan gantung (*suspension bridge*)
- g. Jembatan kabel (*cable stayed bridge*)
- h. Jembatan contilever (*contilever bridge*).

Berdasarkan tingkat kemampuan gerakannya, jembatan dibagi menjadi dua tipe (Veen & Struyk, 1995), yaitu:

- a. Jembatan - jembatan tetap

- b. Jembatan - jembatan dapat digerakkan.

Selain dua tipe jembatan diatas, perbedaan jembatan menurut keawetan keawetan umur dapat dibagi menjadi :

- a. Jembatan darurat
- b. Jembatan sementara
- c. Jembatan permanen.

2.3 Bagian Struktur Jembatan

Secara umum konstruksi jembatan beton terdiri dari dua bagian yaitu struktur bangunan atas (*upper structure*) dan struktur bangunan bawah (*substructure*). Struktur bangunan atas adalah konstruksi yang berhubungan langsung dengan beban-beban lalu lintas yang bekerja. Sedangkan struktur bangunan bawah adalah konstruksi yang menerima beban-beban dari struktur bagian atas dan meneruskan ke lapisan pendukung (tanah keras) di bawahnya.

2.3.1 Struktur Bangunan Atas

Bagian struktur ini terletak dibagian atas konstruksi yang langsung menerima beban langsung meliputi berat sendiri, beban mati, beban mati tambahan, beban lalu-lintas kendaraan, beban truk, gaya rem, ataupun beban pejalan kaki yang kemudian beban dari struktur tersebut ditransfer ke pondasi atau tapak. Berikut ini merupakan bagian-bagian dari struktur bangunan atas, yaitu:

a. Sandaran.

Berfungsi untuk membatasi lebar suatu jembatan, bertujuan untuk membuat rasa aman dalam berlalu lintas. Sandaran umumnya dipasang menggunakan beton bertulang sebagai tiangnya dan untuk sandarannya menggunakan pipa, namun sandaran dapat berupa konstruksi beton yang dicor utuh sepanjang jembatan.

b. Trotoar

Merupakan media jalan untuk pejalan kaki yang terbuat dari beton, bentuknya lebih tinggi dari lantai kendaraan atau aspal. Trotoar dipasang pada bagian kanan dan kiri jembatan yang memiliki lebar minimal cukup untuk dua orang berpapasan dan biasanya berkisar antara 1.0 – 1.5 meter. Pada ujung tepi trotoar (kerb) dipasang lis dari baja siku yang berguna sebagai penguat trotoar dari pengaruh gesekan dengan roda kendaraan.

c. Balok diagfragma.

Merupakan konstruksi pengaku dari gelagar-gelagar memanjang dan tidak memikul beban pelat lantai dan beban dari kendaraan seperti konstruksi slab.

d. Pelat jembatan.

Merupakan sebuah elemen struktur yang berfungsi menyalurkan beban mati maupun beban hidup yang dipasang horizontal menuju rangka pendukung vertikal dari suatu sistem struktur. Didalam

komponen pelat terdapat lantai kendaraan yang di lewati oleh beban berjalan.

e. Gelagar.

Merupakan elemen struktur yang dibuat membentang sepanjang jembatan dapat berbentuk I girder, box girder, maupun rangka lainnya. Fungsi menerima beban dari pelat jembatan lalu menyalurkannya ke rangka utama

f. Landasan.

Landasan atau perletakan dibuat untuk menerima gaya – gaya dari konstruksi bangunan atas baik secara horizontal, vertikal maupun lateral dan menyalurkan ke bangunan di bawahnya. Ada tiga macam perletakan yaitu sendi, rol dan elastomer.

2.3.2 Struktur Bangunan Bawah

Bagian struktur jembatan ini adalah bagian yang mentransfer semua beban akibat dari struktur bagian atas, kemudian disalurkan ke pondasi atau tapak jembatan. Struktur bangunan bawah ini tepat berada di bawah struktur bagian atas. Bagian - bagian yang termasuk bangunan bawah yaitu :

a. Abutment

Abutment (kepala jembatan) merupakan bagian konstruksi jembatan yang terdapat pada ujung - ujung jembatan yang berfungsi sebagai penopang dari struktur bangunan atas serta sebagai penahan tanah timbunan (oprit). Konstruksi abutment dilengkapi juga dengan

konstruksi flans untuk dapat menahan tanah pada arah tegak lurus dari as jalan. Jenis abutment yang sering dijumpai pada jembatan baru maupun jembatan lama yang pada prinsipnya yaitu sebagai pendukung bangunan atas, tetapi yang paling dominan ditinjau dari kondisi lapangan seperti daya dukung tanah dasar dan penurunannya (*settlement*).

b. Pilar (*Pier*)

Pilar atau pier adalah suatu bangunan bawah yang terletak di tengah-tengah bentang antara dua buah abutment yang berfungsi juga untuk menopang beban – beban akibat dari bangunan atas dan bangunan lainnya dan meneruskan beban-beban tersebut ke pondasi serta disebarkan ke tanah dasar yang keras. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam menggunakan pilar pada suatu konstruksi jembatan antara lain ditinjau dari:

1. Bentang jembatan yang akan direncanakan
2. Kedalaman sungai atau perilaku sungai
3. Elemen struktur yang akan digunakan.

Pada umumnya pilar jembatan dipengaruhi oleh aliran (arus) sungai, sehingga dalam perencanaan perlu diperhatikan beberapa hal misalnya segi kekuatan dan keamanan dari bahan – bahan hanyutan dan aliran sungai itu sendiri, oleh sebab itu bentuk dan penempatan pilar tidak boleh menghalangi aliran air terutama pada saat banjir. Bentuk pilar yang paling ideal adalah elips atau bentuk yang pipih

dan dapat pula persegi panjang, sehingga memungkinkan aliran sungai dapat mengalir lancar disekitar tubuh pilar.

c. Pondasi

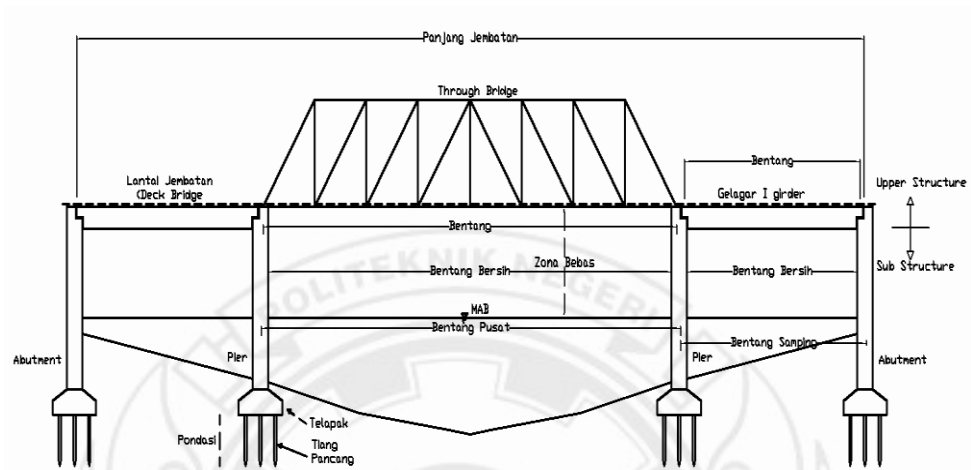
Pondasi berfungsi untuk memikul beban dari atas dan meneruskannya ke lapisan tanah pendukungnya namun tidak mengalami konsolidasi atau penurunan yang berlebihan. Beberapa hal yang diperlukan dalam perencanaan pondasi diantaranya :

1. Daya dukung tanah terhadap konstruksi.
2. Beban – beban yang bekerja pada tanah baik secara langsung maupun tidak langsung
3. Keadaan lingkungan seperti banjir, longsor dan lainnya. Secara umum jenis pondasi yang sering digunakan pada jembatan ada 3 (tiga) macam yaitu :
 - Pondasi Langsung
 - Pondasi Sumuran
 - Pondasi dalam (pondasi tiang pancang / bor).

d. Pelat Injak

Pelat injak berfungsi untuk menahan hentakan pertama roda kendaraan ketika akan memasuki awal jembatan. Pelat injak ini sangat berpengaruh pada pekerjaan bangunan bawah, karena bila dalam pelaksanaan pemadatan kurang sempurna akan berdampak pada penurunan dan patahnya pelat injak.

Desain struktur bawah tidak dimasukkan dalam perhitungan tugas akhir, dikarenakan tidak tersedianya data tanah dan dimensi pada jembatan yang dikaji.



Gambar 2.2 Bagian – Bagian Struktur Jembatan

2.4 Pembebanan

Dalam penelitian ini, beban yang digunakan mengikuti peraturan rencana beban jembatan (SNI-1725, 2016) dan (SNI-t-02, 2005).

2.4.1 Berat Sendiri

Berat sendiri dari bagian bangunan adalah pengalihan antara berat isi benda dikalikan dengan volume benda itu sendiri ditambah dengan elemen- elemen struktural lain yang dipikulnya, seperti elemen non struktural yang dianggap tetap. Untuk menentukan besarnya beban dari berat sendiri, maka harus digunakan nilai berat isi untuk bahan- bahan bangunan tersebut pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.1 Berat Isi Bahan-Bahan Bangunan

No.	Bahan	Berat Isi (kN/m ³)	Kerapatan massa (kg/m ³)
1	Lapisan Permukaan beraspal (<i>bituminous wearing surfeces</i>)	22,0	2245
2	Besi tuang (cast iron)	71,0	7240
3	Timbunan tanah dipadatkan (compacted sand, silt or clay)	17,2	1755
4	Kerikil dipadatkan (rolled gravel, macadam, or ballast)	18,8 - 22,7	1920 - 2315
5	Beton aspal (asphalt concrete)	22,0	2245
6	Beton ringan (low density)	12,25 - 19,6	1250 - 2000
7	Beton f'c < 35 Mpa	22,0 - 25,0	2320
	35 < fc < 105 Mpa	22 + 0,22 f'c	2240 + 2,29 f'c
8	Baja (steel)	78,5	7850
9	Kayu (ringan)	7,8	800
10	Kayu keras (hard wheel)	11,0	1125

Sumber : SNI-1725, 2016)

2.4.2 Beban Mati

Beban mati tambahan merupakan berat seluruh bahan yang terjadi pada jembatan yang merupakan elemen non struktural, dan besarnya dapat dirubah sesuai umur jembatan.

2.4.3 Beban Lalu Lintas

Beban lalu lintas merupakan seluruh beban hidup, arah vertikal maupun horisontal, baik akibat aksi kendaraan pada jembatan maupun akibat pengaruh dinamis, namun tidak termasuk akibat tumbukan. Beban lalu lintas untuk perencanaan jembatan terdiri dari beban lajur "D" dan beban truk "T".

Jumlah total beban lajur "D" yang bekerja tergantung pada lebar jalur kendaraan itu sendiri. Beban lajur "D" bekerja selebar jalur kendaraan

dan menimbulkan pengaruh terhadap jembatan secara ekuivalen dengan suatu iring-iringan kendaraan yang sebenarnya.

Beban “D” didasarkan pada karakteristik jembatan yang memiliki lajur lalu lintas rencana dimana jumlah maksimum lajur lalu lintas untuk berbagai lebar lalu lintas ditentukan pada Tabel 2.2.

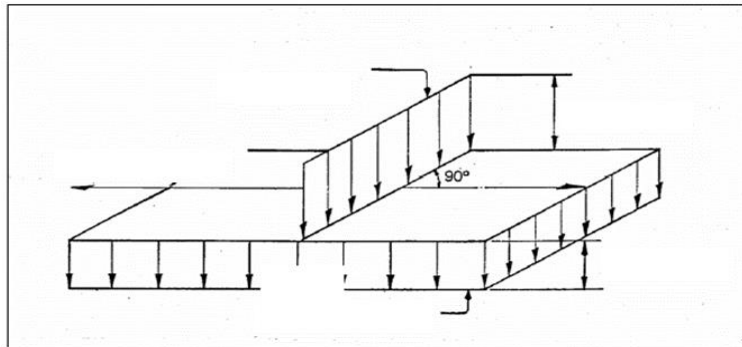
Tabel 2.2 Jumlah Lajur Lalu Lintas

Tipe Jembatan (1)	Lebar Bersih Jembatan (2)	Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana (n)
Satu Lajur	$3000 \leq w < 5250$	1
	$5250 \leq w < 10000$	2
	$7500 \leq w < 10000$	3
Dua Arah, tanpa Median	$10000 \leq w < 12500$	4
	$12500 \leq w < 15250$	5
	$w \geq 15250$	6
Dua Arah, dengan Median	$5500 \leq w \leq 8000$	2
	$8250 \leq w \leq 10750$	3
	$11000 \leq w \leq 13500$	4
	$13750 \leq w \leq 16250$	5
	$w \geq 16250$	6

Catatan (1) : Untuk jembatan tipe lain, jumlah lajur lalu lintas rencana harus ditentukan oleh instansi yang berwenang.

Catatan (2) : Lebar untuk kendaraan adalah jarak minimum antara kerb atau rintangan untuk satu arah atau jarak antara kerb/rintangan/median dan median untuk banyak arah

Intensitas beban lajur “D” terdiri dari beban tersebar merata (BTR) yang digabung dengan beban garis (BGT) seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Intensitas Beban Lajur “D”.

Beban terbagi rata (BTR) mempunyai intensitas q kPa, dimana besarnya q tergantung pada panjang total yang dibebani L seperti berikut:

a. Bila $L \leq 30$ m; $q = 9$ kPa(2.4)

b. Bila $L > 30$ m; $q = 9 \left[0.5 + \frac{15}{L} \right]$ kPa(2.5)

Dengan pengertian :

q adalah intensitas beban terbagi rata (BTR) dalam arah memanjang jembatan;

L adalah panjang total jembatan yang dibebani (meter).

Panjang yang dibebani oleh L merupakan panjang total BTR yang menepu pada jembatan. BTR harus dibagi menjadi beberapa panjang tertentu untuk mendapatkan pengaruh maksimum yang terjadi pada jembatan menerus atau bangunan khusus. Beban garis (BGT) dengan intensitas P kN/m harus ditempatkan secara tegak lurus terhadap arah lajur lalu lintas pada jembatan. Besarnya beban tersebut P adalah 49 kN/m. Untuk mendapatkan momen minimum lentur negatif pada jembatan menerus, BGT kedua yang sama harus diposisikan pada posisi dalam arah melintang jembatan pada bentang lainnya.

Penyebaran beban "D" diposisikan pada arah melintang sehingga menimbulkan momen maksimum. Penyusunan beban-beban BTR dan BGT dari beban "D" pada arah melintang harus sama. Penempatan beban-beban ini dilakukan dengan ketentuan adalah sebagai berikut :

- a. Apabila lebar jalur kendaraan jembatan kurang dari atau sama dengan 5,5 m, maka beban "D" ditempatkan di seluruh jalur dengan besar beban 100 %.
- b. Beban lajur lalu lintas rencana yang membentuk strip ini bisa ditempatkan dimana saja pada jalur jembatan. Beban "D" tambahan harus ditempatkan pada seluruh lebar sisa dari jalur dengan beban sebesar 50 %.
- c. Bila lebar jalur lebih dari 5,5 meter, beban "D" harus ditempatkan pada jumlah lajur lalu lintas rencana (nl) yang berdekatan, dengan besar beban 100 %. Hasilnya adalah beban garis ekuivalen sebesar $nl \times 2,75 \text{ q kN/m}$ dan beban terpusat ekuivalen sebesar $nl \times 2,75 \text{ p kN}$, kedua-duanya bekerja berupa strip pada jalur selebar $nl \times 2,75 \text{ m}$.

Faktor beban dinamis (FBD) merupakan interaksi antara kendaraan yang bergerak dengan jembatan. Besarnya FBD tergantung pada frekuensi dasar dari suspensi kendaraan, biasanya antara 2 sampai 5 Hz untuk kendaraan berat, dan frekuensi dari getaran lentur jembatan. Untuk perencanaan FBD dinyatakan sebagai beban statik ekuivalen. Harga FBD yang dihitung digunakan pada seluruh bagian bangunan yang berada diatas permukaan tanah. Faktor beban dinamis berlaku pada BGT pada beban lajur "D" dan beban truk "T" untuk simulasi kejut dari kendaraan yang bergerak pada struktur jembatan. FBD diterapkan pada keadaan batas daya layan dan batas ultimit. Untuk bentang tunggal

panjang bentang ekuivalen diambil sama dengan panjang bentang sebenarnya. Untuk bentang menerus panjang bentang ekuivalen LE diberikan dengan rumus:

$$LE = \sqrt{L_{AV} \times L_{max}}$$

Dimana :

L_{AV} adalah panjang bentang rata-rata dari kelompok bentang yang disambungkan secara menerus

L_{max} adalah panjang bentang maksimum dalam kelompok bentang yang disambung secara menerus.

Faktor beban dinamis untuk BGT pada beban lajur "D" tergantung pada panjang bentang, sebagai berikut:

$$DLA = 0,4 \quad L \leq 50 \text{ m} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$DLA = 0,525 - 0,0025 L_E \quad 50 < L < 90 \text{ m} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$DLA = 0,3 \quad L \geq 90 \text{ m} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana:

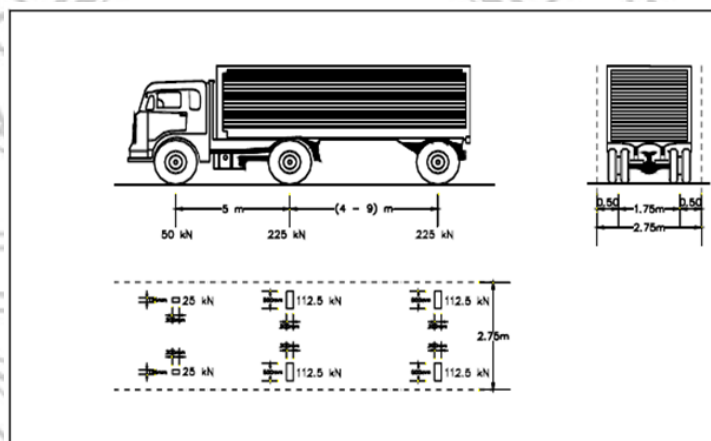
1. Untuk bentang sederhana LE adalah panjang bentang aktual
2. Untuk bentang menerus LE dicari menggunakan rumus.

2.4.4 Beban Truk

Beban truk "T" adalah satu kendaraan berat dengan 3 gandar yang ditempatkan pada beberapa posisi dalam lajur lalu lintas rencana. Tiap gandar terdiri dari dua bidang kontak pembebanan yang dimaksud sebagai simulasi pengaruh roda kendaraan berat. Ketentuan satu truk "T" diterapkan per lajur lalu lintas rencana seperti yang ditunjukkan pada

gambar 2.4. Berat dari masing – masing as disebarakan menjadi 2 beban merata sama besar yang merupakan bidang kontak antara roda dengan permukaan lantai. Jarak antara 2 gandar tersebut bisa diubah-ubah antara 4,0 m sampai 9,0 m untuk mendapatkan pengaruh terbesar pada arah memanjang jembatan.

Pengaruh gaya–gaya dalam arah memanjang jembatan akibat gaya rem, harus ditinjau. Pengaruh ini diperhitungkan senilai dengan pengaruh gaya rem sebesar 5% dari beban “D” tanpa koefisien kejut yang memenuhi semua jalur lalu lintas yang ada dan dalam satu jurusan.



(Sumber: SNI-1725, 2016)

Gambar 2.4. Ketentuan Beban “T” Pada Jembatan Jalan Raya.

Gaya rem tersebut dianggap berkerja horizontal dalam arah sumbu jembatan dengan titik tangkap setinggi 1,80 meter di atas permukaan lantai kendaraan (Supriyadi et al, 2007).

2.4.5 Beban Angin

Apabila suatu kendaraan sedang berada di atas jembatan, beban garis merata tambahan arah horizontal harus diterapkan pada permukaan lantai seperti diberikan dengan rumus :

$$T_{EW} = 0,0012 \times C_w \times (V_w)^2 \text{ (kN) } \dots\dots\dots$$

(2.10) Dimana:

V_w = Kecepatan angin rencana (m/dt) untuk keadaan batas yang ditinjau;

C_w = Kof seret yang besarnya tergantung dari perbandingan dari lebar total jembatan dengan tinggibangunan atas termasuk tinggi bagian sandaran yang masif (b/d)

Tabel 2.3 Kecepatan Angina Rencana

Keadaan Batas	Lokasi	
	≤ 5 km dari pantai	≥ 5 km dari pantai
Daya layan	30 km/s	25 km/s
Ultimit	30 km/s	30 km/s

(Sumber: SNI-1725, 2016)

Tabel 2.4 Koefisien Seret C_w

Tipe Jembatan	C_w
b/d = 1	2.1
b/d = 1	1.5
b/d = 1	1.25
Bangunan atas rangka	1.2

(Sumber: SNI-1725, 2016)

2.4.6 Beban Gempa

Jembatan sangat penting direncanakan terlebih dahulu tujuannya adalah untuk memperkecil resiko keruntuhan namun kemungkinan lain dapat mengalami kerusakan yang signifikan dan gangguan terhadap pelayanan akibat dari gempa dengan kemungkinan terlampaui 7% dalam 75 tahun. Kinerja yang lebih tinggi meliputi kinerja operasional hal ini dapat ditetapkan oleh pihak yang berwenang (SNI 2833, 2013).

Gaya pada beban gempa diambil secara horizontal yang ditentukan berdasarkan perhitungan perkalian antara koefisien respons elastik (Csm) dengan berat struktur ekuivalen yang kemudian dimodifikasi dengan faktor modifikasi respons (R) dengan formulasi sebagai berikut :

$$EQ = \frac{C_{sm}}{R} \times Wt \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan:

- EQ : gaya gempa horizontal statis (kN)
- R : faktor modifikasi respons
- Csm : koefisien respons gempa elastik pada moda getar ke-m
- Wt : Berat keseluruhan struktur terdiri dari beban mati maupun beban hidup yang sesuai (kN)

Peta gempa yang terdapat pada ketentuan ini mencakup peta percepatan puncak batuan dasar (PGA) dan respons spektra percepatan 0,2 detik maupun 1 detik di batuan dasar hal ini mewakili dua level hazard (potensi bahaya) gempa 500 dan 1000 dengan kemungkinan terlampaui 10% dalam 50 tahun dan 7% dalam 75 tahun.

a. Faktor Situs

Untuk penentuan respons spektra pada permukaan tanah, dibutuhkan suatu faktor amplifikasi yang terdapat pada periode nol detik, periode pendek ($T=0,2$ detik) dan periode 1 detik. Faktor amplifikasi juga terdiri dari faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode nol detik (FPGA), faktor amplifikasi periode pendek (Fa) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik (Fv). Tabel 2.6 dan Tabel 2.7 memberikan nilai-nilai FPGA, Fa, dan Fv untuk berbagai klasifikasi jenis tanah.

Tabel 2.5 Faktor Amplifikasi Untuk Periode 0 Detik Dan 0,2 Detik (FPGA /Fa)

Kelas Situs	$PGA \leq 0.1$	$PGA = 0.2$	$PGA = 0.3$	$PGA = 0.4$	$PGA \geq 0.5$
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.5$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.0$	$S_s = 1.25$
Batuan Keras (SA)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Batuan (SB)	1	1	1	1	1
Tanah Keras (SC)	1.2	1.2	1.1	1	1
Tanah Sedang (SD)	1.6	1.4	1.2	1.1	1
Tanah Lunak (SE)	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
Tanah Khusus (SF)	SS	SS	SS	SS	SS

(Sumber : SNI 2833, 2013)

Keterangan :

PGA yaitu percepatan puncak batuan dasar mengacu pada Peta

Gempa Indonesia 2010.

Ss yaitu parameter respons spektral percepatan gempa untuk periode

pendek ($T=0.2$ detik) mengacu pada Peta Gempa Indonesia 2010.

SS yaitu lokasi yang memerlukan investigasi geoteknik dan analisis respons dinamik spesifik.

Tabel 2.6 - Besarnya Nilai Faktor Amplifikasi Untuk Periode 1 Detik (F_v)

Kelas Situs	$S1 \leq 0.1$	$S1 = 0.2$	$S1 = 0.3$	$S1 = 0.4$	$S1 \geq 0.5$
Batuan Keras (SA)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Batuan (SB)	1	1	1	1	1
Tanah Keras (SC)	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
Tanah Sedang (SD)	2.4	2	1.8	1.6	1.5
Tanah Lunak (SE)	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
Tanah Khusus (SF)	SS	SS	SS	SS	SS

(Sumber : SNI 2833, 2013)

Keterangan:

$S1$: Parameter respons spektral percepatan gempa untuk periode 1 detik mengacu pada Peta Gempa Indonesia 2010 .

SS : Lokasi yang memerlukan investigasi geoteknik dan analisis respons dinamik spesifik

R : Faktor Modifikasi Repon (R)

Untuk penggunaan faktor modifikasi respons (R) maka detailing struktur harus sesuai dengan ketentuan pada Tabel 2.7.

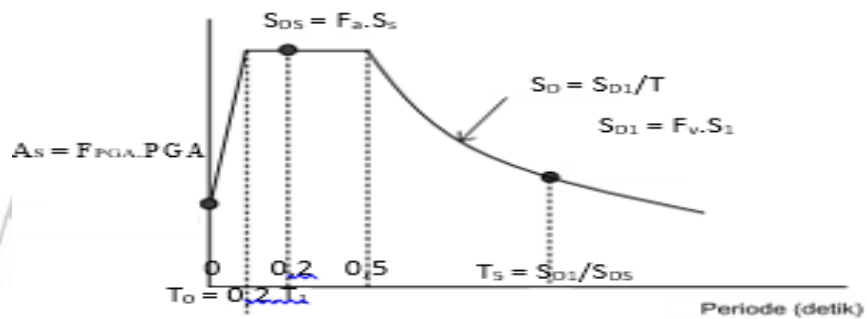
Tabel 2.7 Faktor Modifikasi Respons (R) Untuk Hubungan Antar Elemen Struktur

Hubungan elemen struktur	Semua kategori kepentingan
Bangunan atas dengan kepala jembatan	0,8
Sambungan muai (dilatasi) pada bangunan atas	0,8
Kolom, pilar, atau tiang dengan bangunan atas	0,8
Kolom atau pilar dengan fondasi	0,8

(Sumber : SNI 2833, 2013)

b. Respons Spektrum Rencana

Respons spektra yaitu penggambaran nilai pada respons maksimum dari sistem berderajat-kebebasan-tunggal yang terdapat diberbagai frekuensi alami (periode alami) teredam akibat suatu goyangan tanah. Untuk kebutuhan praktis tersebut, maka respons spektra dibuat kedalam bentuk respons spektra yang telah disederhanakan.



(Sumber : SNI 2833, 2013)

Gambar 2.5. Bentuk Tipikal Respons Spektra Di Permukaan Tanah

Pada Gambar 2.5 koefisien respon gempa elastik dapat ditentukan berdasarkan:

- Apabila periode lebih kecil dari T_0 , koefisien respons gempa elastik (C_{sm}) didapatkan dari persamaan berikut :
- Apabila periode lebih besar atau sama dengan T_0 , dan lebih kecil atau sama dengan T_S , respons spektra percepatan, C_{sm} adalah sama dengan SDS.
- Apabila periode lebih besar dari T_S , koefisien respons gempa elastik (C_{sm}) didapatkan dari persamaan berikut :

c. Periode Getar Alami (T)

Periode getar T yaitu waktu yang dibutuhkan dari suatu getaran untuk menempuh satu putaran lengkap ketika terganggu dari posisi keseimbangan statis dan kembali ke posisi aslinya. Periode getar pula dapat disebut dengan lengkapnya yaitu “periode getar alami struktur” (natural fundamental period), pada istilah “alami” tersebut digunakan untuk menggambarkan getaran untuk menekankan sejatinya bahwa hal tersebut ialah properti alami dari sebuah struktur yang bergantung pada kekakuan dan massa yang bergetar secara bebas tanpa adanya gaya luar.

Periode getar alami dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$T = 2 \times \pi \times \sqrt{\frac{w}{g \times k}} \text{ dengan } K = 48 \times E_c \times \frac{I_x}{L^2}$$

Dimana :

W = Berat sendiri struktur yang dihitung (kN)

g = Gaya gravitasi bumi (m/s²)

K = Kekakuan balok prategang (kN/m)

E_c = modulus elastisitas beton (kN/m²)

L = Panjang jembatan (m)

I_x = Momen inersia penampang

2.4.7 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang disyaratkan oleh SNI 1725 2016 adalah sesuai Tabel 2.8

Tabel 2.8 Kombinasi beban dan faktor beban menurut SNI 1725 2016

Keadaan batas	MS	MA	PR	TT	TD
Kuat 1	1.2	2	1.2	1.8	1.8
Kuat 2	1.2	2	1.2	1.4	1.4
Kuat 3	1.2	2	1.2	0	0
Kuat 4	1.2	2	1.2	0	0
Kuat 5	1.2	2	1.2	0	0
Eks 1	1.2	2	1.2	0.5	0.5
Eks 2	1.2	2	1.2	0.5	0.5

(Sumber : SNI 1725-2016)

Dengan :

MS = Berat Sendiri/ beban mati komponen struktural dan non struktural jembatan

MA = Beban mati akibat perkerasan dan utilitas

PR = Gaya prategang

TT = Beban truk "T"

TD = Beban lajur "D"

TB = Gaya akibat rem

TP = Beban pejalan kaki

EWS = Beban angin pada struktur

EWL = Beban angin pada kendaraan

EQ = Gaya gempa

Penjelasan tentang jenis-jenis kombinasi diuraikan pada penjelasan berikut:

Kuat I : Kombinasi pembebanan yang memperhitungkan gaya-gaya yang timbul pada jembatan dalam keadaan normal tanpa memperhitungkan beban angin. Pada keadaan batas ini, mengalikan faktor beban yang sesuai dengan semua gaya nominal yang terjadi.

Kuat II : Kombinasi pembebanan yang berkaitan dengan penggunaan jembatan untuk memikul beban kendaraan khusus yang ditentukan pemilik tanpa memperhitungkan beban angin.

Kuat III : Kombinasi pembebanan dengan jembatan dikenai beban angin berkecepatan 90 km/jam hingga 126 km/jam.

Kuat IV : Kombinasi pembebanan untuk memperhitungkan kemungkinan adanya rasio beban mati dengan beban hidup yang besar.

Kuat V : Kombinasi pembebanan berkaitan dengan operasional normal jembatan dengan memperhitungkan beban angin berkecepatan 90 km/jam hingga 126 km/jam.

Ekstrem I : Kombinasi pembebanan gempa. Faktor beban hidup yang mempertimbangkan bekerjanya beban hidup pada saat gempa berlangsung harus ditentukan berdasarkan kepentingan jembatan.

Ekstrem II : Kombinasi pembebanan yang meninjau kombinasi antara beban hidup berkurang dengan beban yang timbul akibat tumbukan kapal, tumbukan kendaraan, banjir atau beban hidrolika lainnya, kecuali untuk kasus pembebanan

akibat tumbukan kendaraan (TC). Kasus pembebanan akibat banjir tidak boleh dikombinasikan dengan beban akibat tumbukan kendaraan dan tumbukan kapal.

Sedangkan kombinasi pembebanan yang disyaratkan oleh SNI-T-02 2005 adalah sesuai Tabel 2.9

Tabel 2.9 Kombinasi Beban Untuk Perencanaan Tegangan Kerja Menurut SNI T-02 2005

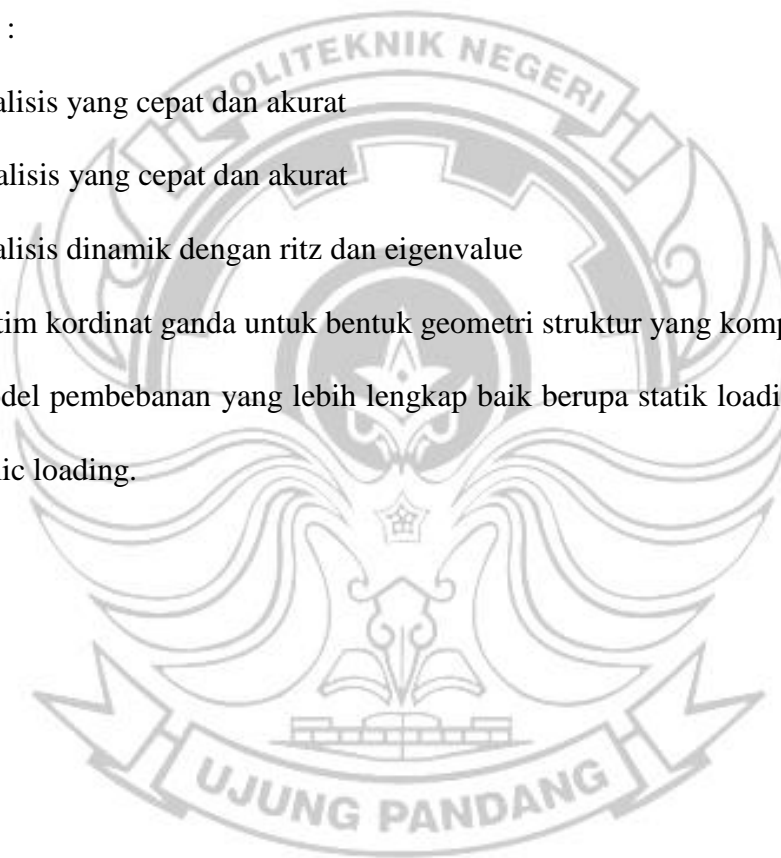
No.	Jenis Beban	Faktor Beban	Komb.1	Komb.2	Komb.3
1	Berat Sendiri	1.3	v	v	v
2	Beban tambahan	2	v	v	v
3	Beban lajur	2	v	v	v
4	Gaya rem	2	v	v	
5	Beban Angin	1.2	v		
6	Pejalan Kaki	2	v	v	v
7	Beban Gempa	1			v

2.5 Software SAP2000

SAP2000 merupakan program untuk perhitungan kekuatan struktur khususnya bangunan-bangunan bertingkat tinggi dan jembatan. Kinerja dari SAP2000 adalah membuat model-model struktur atau portal bangunan, kemudian diberi beban-beban yang bekerja seperti beban hidup, beban mati, beban gempa, beban angin, dan sebagainya. Output dari program ini adalah momen, gaya geser, dan gaya normal yang diperlukan untuk keperluan mendesain

kebutuhan tulangan dan pada elemen struktur. Prinsip utama penggunaan program ini adalah pemodelan struktur, eksekusi analisis, dan pemeriksaan atau optimasi desain, yang semuanya dilakukan dalam satu langkah atau tampilan. Tampilan berupa model secara real time sehingga memudahkan pengguna untuk melakukan pemodelan secara menyeluruh dalam waktu singkat namun hasilnya akurat. Adapun beberapa kemampuan program ini adalah :

- a. Analisis yang cepat dan akurat
- b. Analisis yang cepat dan akurat
- c. Analisis dinamik dengan ritz dan eigenvalue
- d. Sistem koordinat ganda untuk bentuk geometri struktur yang kompleks
- e. Model pembebanan yang lebih lengkap baik berupa statik loading maupun dynamic loading.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Guna menunjang kelancaran kegiatan maka suatu penelitian harus mempunyai lokasi dan rencana waktu yang jelas. Adapun lokasi dan waktu penelitian adalah sebagai berikut:

3.1.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Pappa, Kecamatan Pattallassang, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan, Indonesia. Daerah terletak sekitar 40 km dari Kota Makassar dengan luas wilayah 566,51 km².



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian




(Sumber: Google Earth)

3.1.2 Waktu Penelitian

Jangka waktu penelitian ini direncanakan selama 4 (Empat) bulan dimulai dari pertengahan Maret 2020 sampai dengan bulan Juli 2020.

3.2 Alat Dan Bahan Penelitian

Tabel 3.1 Nama Alat Dan Bahan Penelitian

No	Nama Alat / Gambar	Fungsi Alat
1	<i>Counter</i> 	Digunakan untuk menghitung kendaraan yang melalui jembatan
2	<i>Roll Meter</i> 	Digunakan untuk mengukur dimensi jalan pada jembatan yang disurvei
3	<i>Laptop</i> 	Digunakan untuk membantu menganalisis data survei

4 *Perangkat Lunak (Software)*



Digunakan untuk mengolah data dan membuat rancang bangunan

5 *Printer*



Digunakan untuk mencetak dokumen dari komputer

6 *APD (Alat Pelindung Diri)*



Digunakan untuk melindungi seseorang dari kecelakaan kerja

7 *ATK dan Formulir*



Digunakan untuk mencatat semua hasil data yang diperoleh dilapangan

3.3 Tahapan Kegiatan

Untuk melaksanakan proses kegiatan, dibutuhkan tahapan tahapan yang menunjang kelancaran kegiatan. Adapun tahapan yang digunakan adalah sebagai berikut:

3.3.1 Tahapan Persiapan

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data. Dalam tahap awal ini disusun hal-hal penting yang harus segera dilakukan dengan tujuan untuk mengefektifkan waktu dan pekerjaan. Tahap persiapan ini meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

- a. Perumusan dan identifikasi masalah
- b. Observasi dan peninjauan langsung di lokasi masalah.
- c. Melakukan perizinan kepada pihak pemerintah Kabupaten Takalar dan instansi terkait.
- d. Penentuan kebutuhan data, sumber data dan pengadaan administrasi data seperti peta wilayah kecamatan Tamalate, form isian data dasar, roll meter, alat tulis, software pengolah data, laptop, Kamera Hp.

Persiapan diatas harus dilakukan secara cermat untuk menghindari pekerjaan yang berulang. Sehingga tahap pengumpulan data menjadi optimal.

3.3.2 Tahap Pengumpulan Data

Tahap ini meliputi kegiatan pengumpulan data sekunder dan pengumpulan data primer, data tersebut meliputi data spasial dan atribut sebagai berikut:

a. Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang sudah tercatat dalam buku atau pun suatu laporan namun dapat juga merupakan hasil dari laboratorium.

Data sekunder dalam penelitian ini akan diperoleh dari pemerintah setempat dan Instansi yang terkait.

b. Pengumpulan Data Primer

Data primer adalah data yang diambil dari sebuah penelitian dengan menggunakan instrument yang dilakukan pada saat tertentu dan hasilnya pun tidak dapat di generasikan. Adapun tahap pengambilan data primer ini yaitu melalui metode survey. Metode survey yang dilakukan ada dua yaitu :

➤ Survey Geometrik Jembatan

Survei ini dilaksanakan untuk mendapatkan informasi langsung tentang kondisi tata guna lahan dan dimensi pada jembatan yang berguna untuk menganalisis data pada penelitian ini. Metode survei yang digunakan adalah metode pengambilan data secara langsung dilapangan. Adapun langkah-langkah pelaksanaan survei sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat berupa roll meter serta formulir survei dan alat tulis untuk mencatat

2. Kemudian kita melakukan pengukuran panjang segmen jalan, lebar jalan, kondisi jalan seperti bahu dan atau kereb, median.

➤ **Survey Kendaraan**

Survei ini dilakukan untuk mengidentifikasi kendaraan yang melewati jembatan sesuai dengan jenisnya. Metode yang digunakan adalah dengan mencatat seluruh kendaraan yang masuk ataupun keluar dari jembatan. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat survei yaitu pulpen, formulir survei lalu lintas, dan counter
2. Mencatat kendaraan yang masuk ataupun keluar dari jembatan dengan menggunakan format dari formulir survei lalu lintas.

3.4 Metode Analisis Data

Berdasarkan metode survei yang telah dijelaskan sebelumnya, data yang diperoleh di lapangan akan di tabulasi kemudian diolah dan dianalisis menggunakan software *SAP2000*.

3.4.1 Pemodelan Struktur

Dalam penelitian ini model struktur jembatan akan dibuat dari hasil survey yang diperoleh. Permodelan struktur ini dilakukan dengan program software *Sap2000*. Permodelan struktur dilakukan secara Frame

and Shell Element, yang berarti elemen balok dan kolom (frame) serta pelat lantai (shell) dimodelkan secara utuh untuk mendapatkan analisis struktur yang lebih akurat dan sesuai dengan kondisi aslinya.

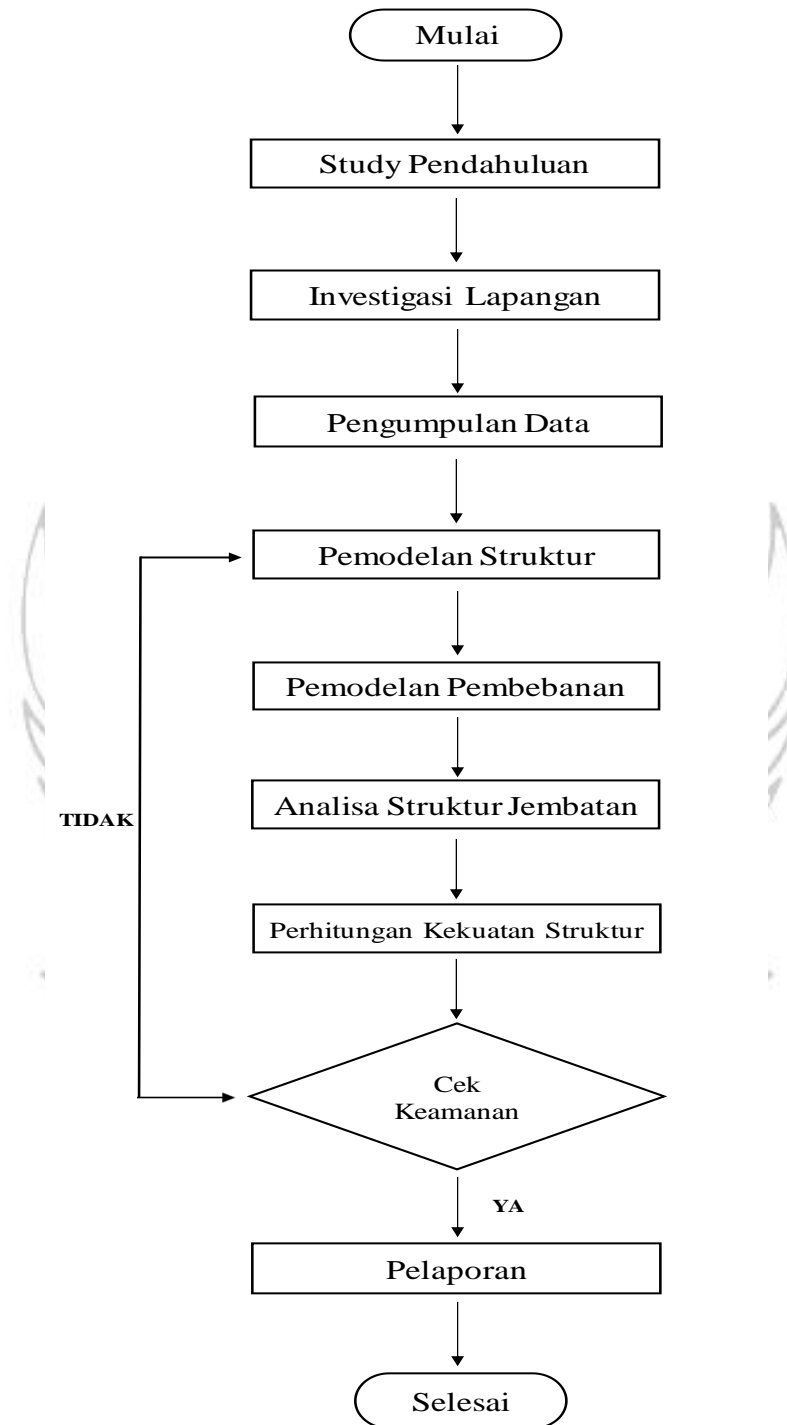
3.4.2 Permodelan Pembebanan

Dalam penelitian ini pemodelan beban yaitu pembuatan model beban dengan memasukkan semua gaya yang bekerja pada system statika dengan kondisi batas yang telah ditentukan. Ada dua jenis beban pada struktur yang harus diperhatikan. Tipe pertama ini disebut dengan beban mati yang merupakan berat dari kumpulan setiap anggota struktur maupun berat objek benda yang ditempatkan secara permanen. Kedua adalah beban hidup yang mana beban yang bergerak atau bervariasi dalam ukuran maupun lokasi. Beban yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari hasil survey yang telah dilakukan.

3.4.3 Analisis Struktur Jembatan

Dalam penelitian ini metode analisis yang dimaksud adalah menghitung kekuatan momen, gaya geser, dan gaya normal yang diperlukan untuk keperluan mendesain kebutuhan tulangan dan pada elemen struktur pada jembatan. Untuk menghasilkan analisis yang akurat harus memperoleh informasi mengenai beban struktur, geometri, kondisi tumpuan, tegangan, geser, momen, punter, dan perpindahan. Informasi ini kemudian dibandingkan dengan kriteria kondisi kegagalan.

3.5 Proses Evaluasi Data



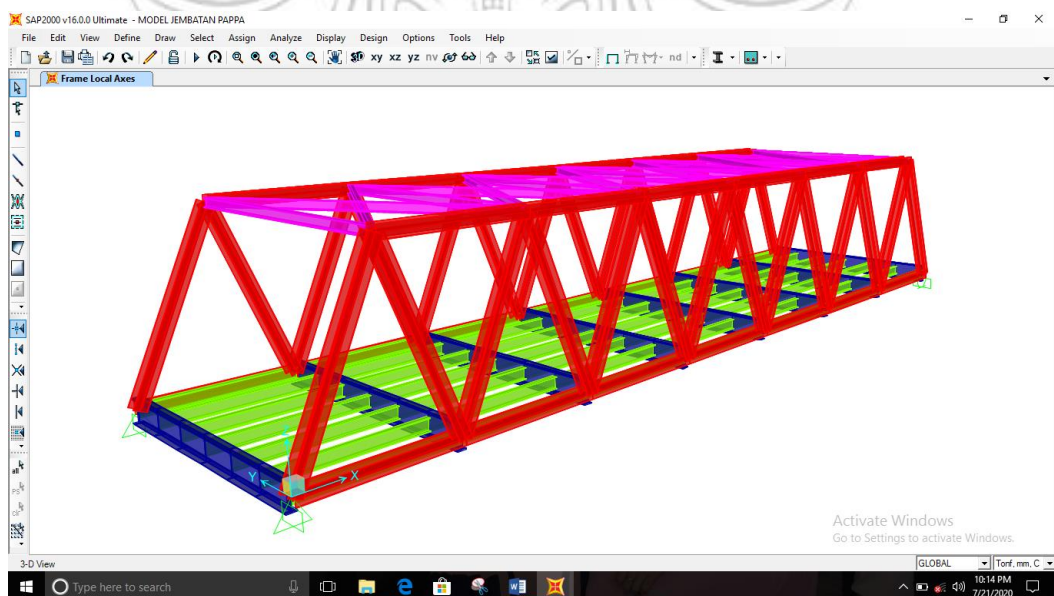
Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Data Teknis

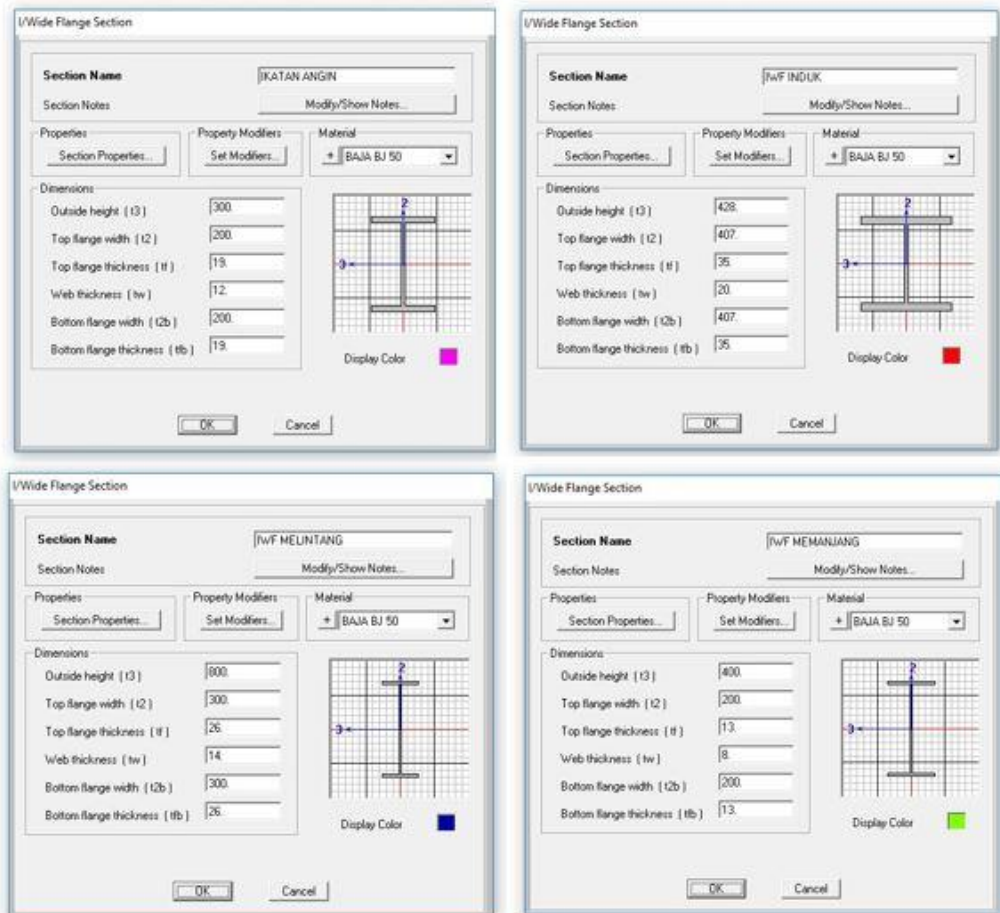
- a. Jenis Konstruksi : Jembatan Rangka Baja Tertutup
- b. Panjang Bentang : 35 m
- c. Jumlah bentang : 1
- d. Lebar Jembatan : 9 m
- e. Tinggi Rangka Utama : 6 m
- f. Jarak Antar Gelagar Melintang : 5 m
- g. Lebar Jalur Lalu Lintas : 7 m atau (2 x 3,5 m)
- h. Lebar Trotoar : 2 x 1 m
- i. Tebal Trotoar : 0,25 m
- j. Tebal Aspal : 0,05 m



Gambar 4.1 : Model Jembatan Rangka Baja

4.2 Analisis Struktur

4.2.1 Material



Gambar 4.2 Material yang digunakan

4.2.2 Pembebanan

➤ Berat Sendiri

Berat sendiri dianalisa otomatis oleh SAP2000 dengan adanya nilai 1 selfweight multiplier pada load pattern.

➤ **Beban Mati Tambahan**

- a. Tebal pelat lantai kendaraan adalah 20 cm, bahan beton
- b. Tebal pelat deck adalah 2 mm dan tebal aspal 5 cm
- c. Berat jenis untuk beton bertulang, pelat deck dan aspal berturut turut adalah 2.4 t/m^3 , 7.8 t/m^3 , dan 2.2 t/m^3
- d. Jarak antar gelagar memanjang adalah 1.5 m
- e. Jarak antar gelagar melintang adalah 5 m
- f. Berat sendiri profil baja gelagar memanjang dan melintang secara otomatis akan dihitung oleh SAP2000

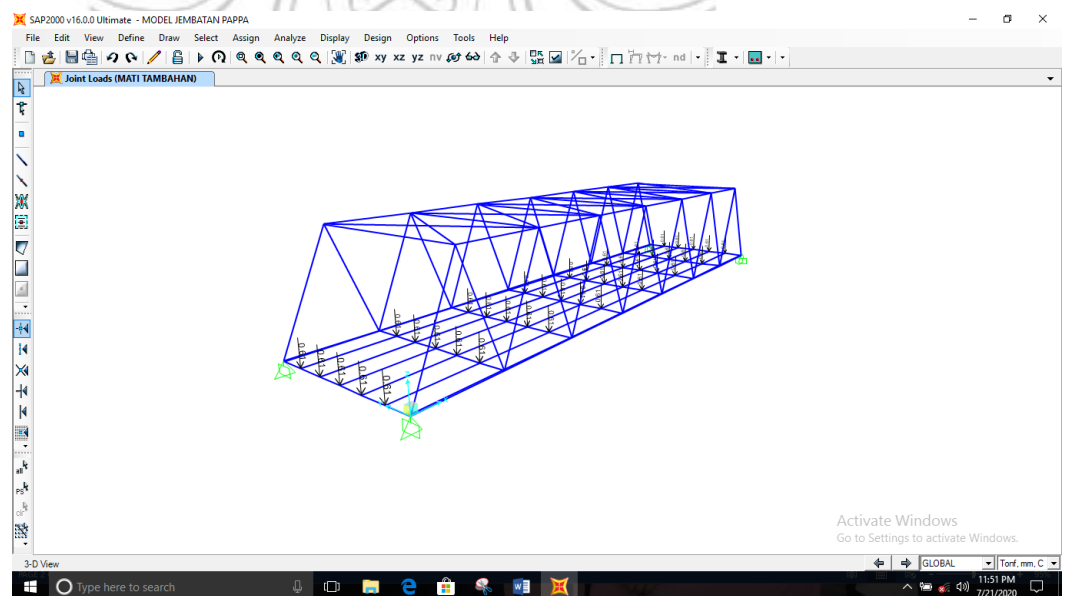
Beban merata luas (t/m^2)

Berat Pelat lantai kendaraan : $2.4 \times 0.20 = 0.480 \text{ t/m}^2$

Berat Pelat deck : $7.8 \times 0.002 = 0.020 \text{ t/m}^2$

Berat aspal : $2.2 \times 0.05 = 0.110 \text{ t/m}^2$

Total = 0.61 t/m^2

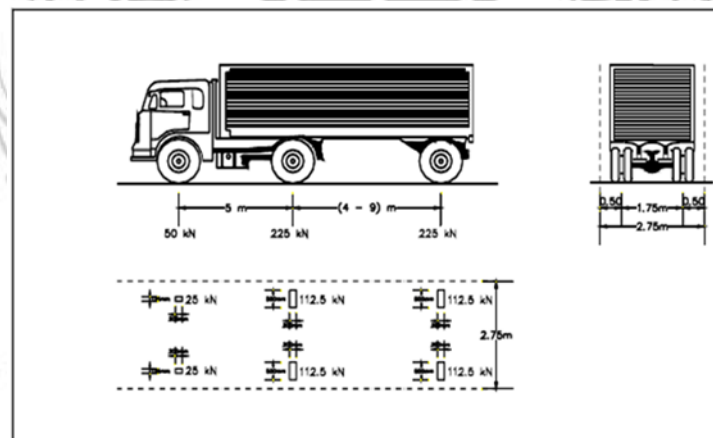


Gambar 4.3 Pemodelan pembebanan beban mati

➤ **Beban Hidup**

Asumsi Pembebanan untuk beban hidup

Menurut SNI 1725-2016 jembatan ini memiliki tipe dua arah tanpa median dengan jumlah lajur 2. Pembebanan truk “T” terdiri atas kendaraan truk *semi trailer* yang mempunyai susunan dan berat gandar. Berat dari setiap gandar disebarakan menjadi 2 beban merata sama besar yang merupakan bidang kontrak antara roda dengan permukaan lantai. Jarak antara 2 gandar tersebut dapat diubah dari 4-9 meter untuk mendapatkan pengaruh besar pada jembatan. Pembebanan ini diatur dalam SNI 1725-2016 pada pasal 8.4.2.



Gambar 4.4 Pembebanan Truk T (500 KN)

Berdasarkan hasil survey dilapangan truk yang melewati jembatan ternyata tidak ada yang melebihi kapasitas dari perencanaan yang diatur oleh SNI 1725-2016 oleh karena itu truk yang melewati jembatan akan dihitung penyebaran beban berdasarkan perhitungan dibawah ini.

Perhitungan Beban Gandar

a. Mobil Penumpang (Berat 2 Ton) = 1 + 1



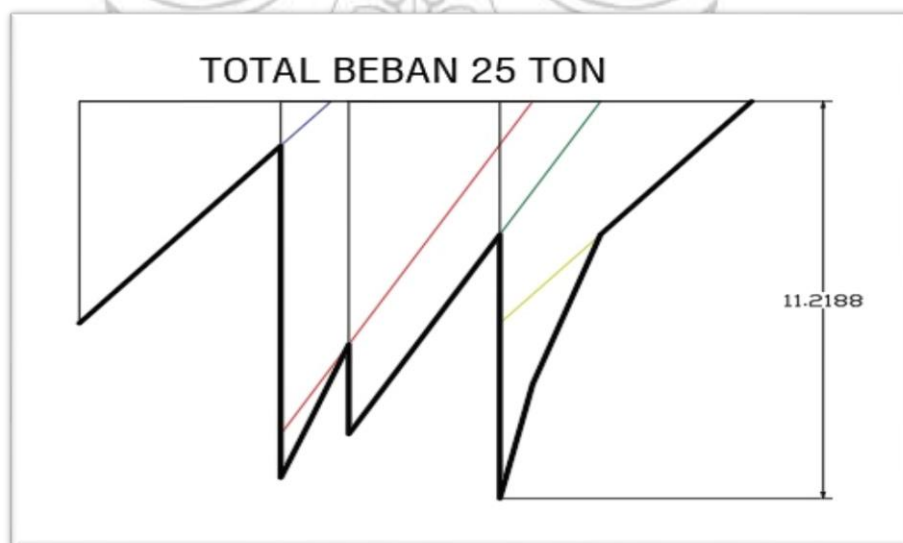
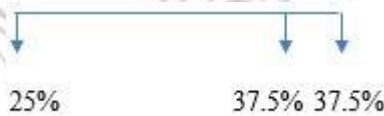
b. Bus (Berat 9 Ton) = 3.06 + 5.94



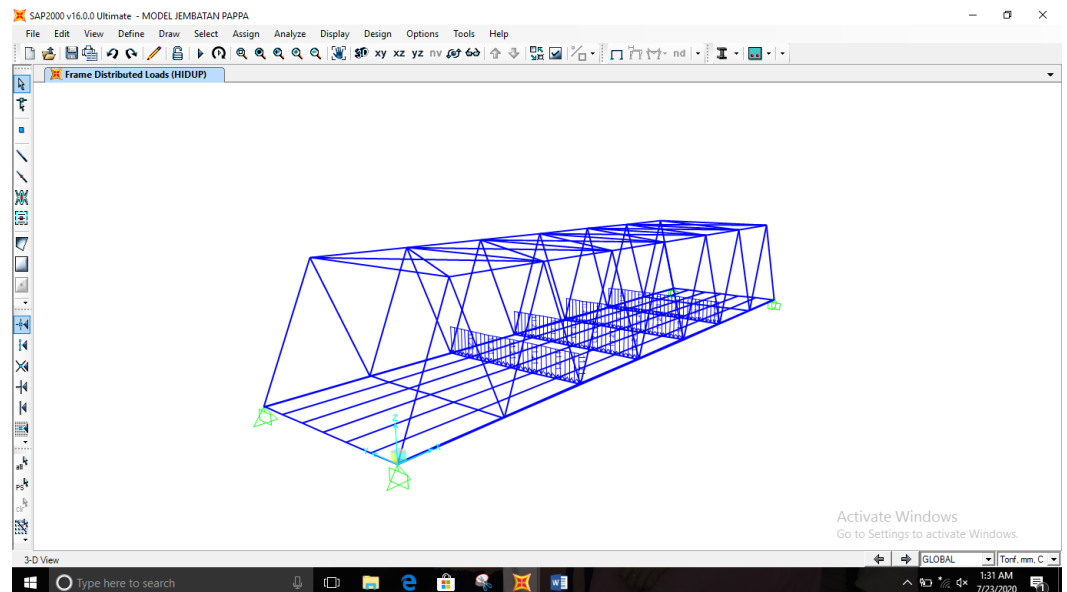
c. Truck Ringan/ 1.2 L (Berat 8.3 Ton) = 2.82 + 5.48



d. Truck 1.22 (Berat 25 Ton) = 6.25 + 9.375 + 9.375



Gambar 4.5 Gabungan garis pengaruh beban roda pada truk



Gambar 4.6 Pemodelan pembebanan beban Truk.

➤ **Beban Gaya Rem**

Asumsi pembebanan untuk gaya rem

Berdasarkan SNI 1725 2016 pasal 8.7 diambil yang terbesar dari :

- a. 25 % dari berat gandar truk desain atau
- b. 5 % dari truk rencana ditambah beban lajur terbagi rata BRT

Berdasarkan hasil perhitungan terpilih gaya rem sebesar 6,25 KN.

➤ **Beban Aksi Lingkungan**

Beban aksi lingkungan adalah beban pada pada struktur dan beban pada kendaraan.

1. Beban Angin Struktur

Kecepatan angin rencana untuk jembatan atau bagian jembatan dengan elevasi lebih tinggi dari 10000 mm diatas permukaan tanah atau dapat dihitung sebagai berikut :

$$V_{DZ} = 2,5 V_0 \left(\frac{V_{10}}{V_b} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_0} \right) \quad (\text{SNI 1725-2016 Pasal 9.6.1})$$

$$= 2,5 \cdot 19,3 \left(\frac{90}{90} \right) \ln \left(\frac{10000}{2500} \right) = 66,89 \text{ km/jam}$$

Berdasarkan nilai perhitungan didapatkan V_{DZ} sebesar 66,89 km/jam. Setelah didapatkan data kecepatan angina dapat dihitung beban angin sebagai berikut :

$$P_D = P_B \left(\frac{V_{DZ}}{V_B} \right)^2 \quad (\text{SNI 1725-2016 Pasal 9.6.1.1})$$

Tabel 4.1 Tekanan angin dasar (SNI 1725-2016 pasal 9.1.1.1)

Komponen bangunan atas	Angin tekan (Mpa)	Angin hisap (Mpa)
Rangka, kolom, pelengkung	0,0024	0,0012
Balok	0,0024	N/A
Permukaan datar	0,0019	N/A

Dengan nilai P_B sesuai tabel 4.1 diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut (Kecepatan angina 90 km/jam)

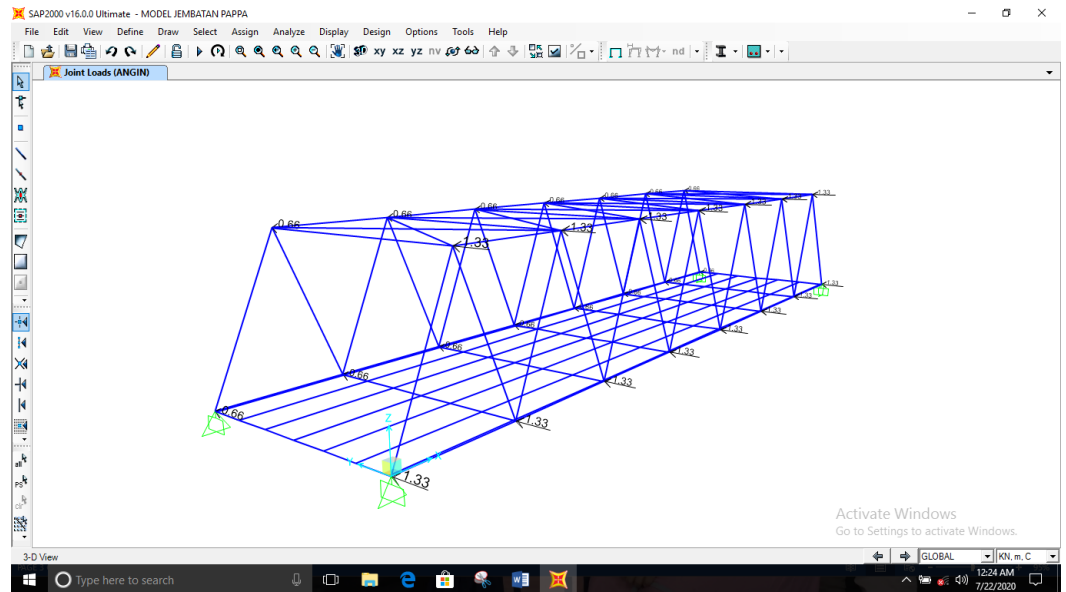
$$P_D \text{ tekan} = 0,0024 \left(\frac{66,89}{90} \right)^2 = 0,013 \text{ Mpa} = 1,326 \text{ kN/m}^2$$

$$P_D \text{ hisap} = 0,0012 \left(\frac{66,89}{90} \right)^2 = 0,0007 \text{ Mpa} = 0,663 \text{ kN/m}^2$$

2. Beban Angin Pada Kendaraan

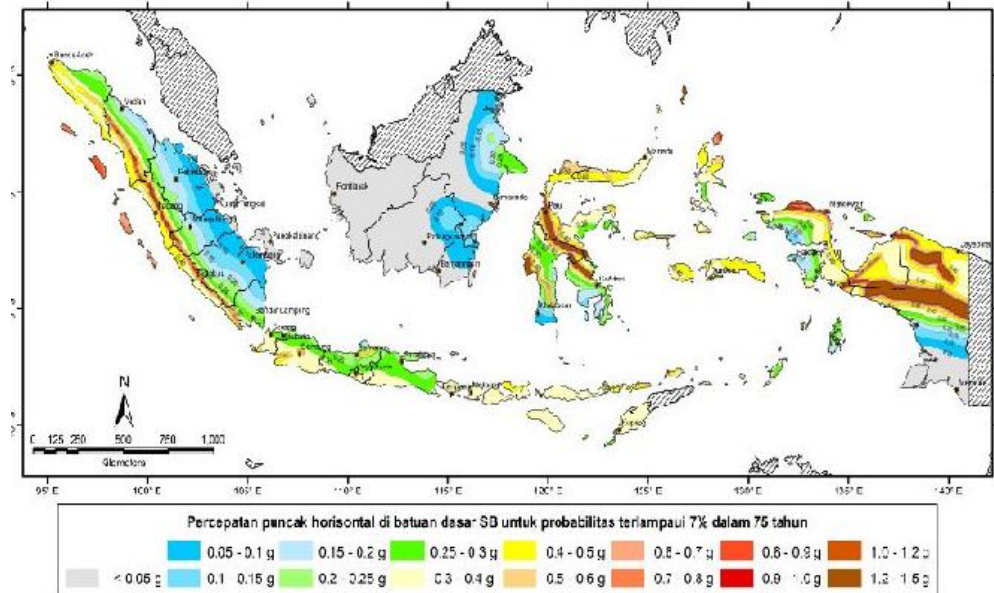
Dianggap bekerja tegak lurus dengan kendaraan sebesar 1,46 N/mm dan bekerja 1800 mm diatas permukaan jalan, maka :

$$EW1 = 1,46 \times 1800 = 2,628 \text{ KN}$$



Gambar 4.7 Pemodelan pembebanan beban angin.

➤ **Beban Gempa**

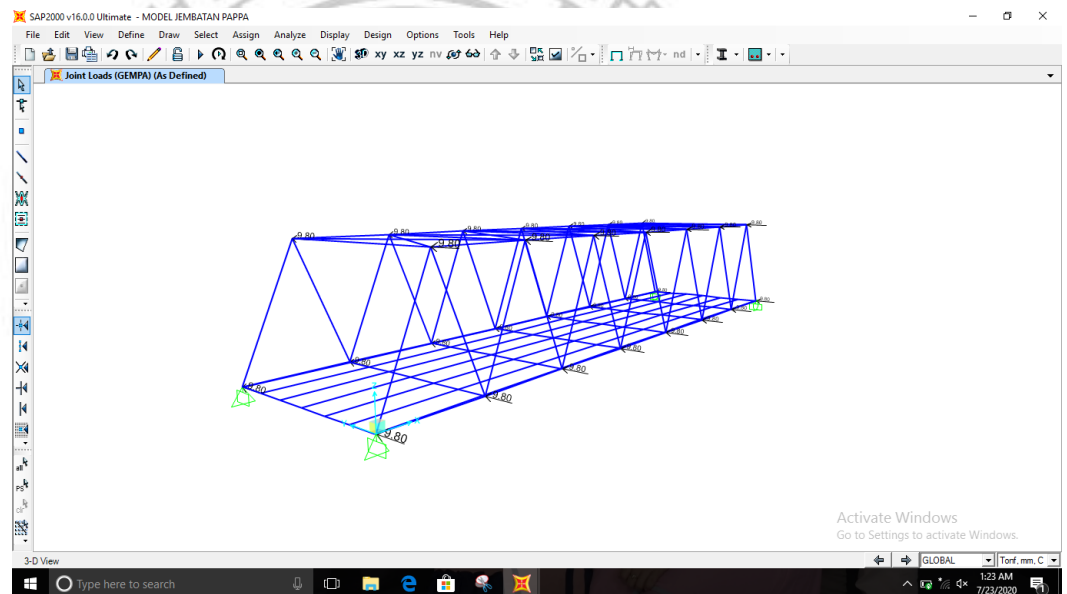


Gambar 4.8 Peta percepatan puncak di batuan dasar (PGA) untuk probabilitas terlampaui 7 % dalam 75 tahun.

Beban gempa diambil sebagai gaya horizontal yang ditentukan berdasarkan perkalian antara koefisien respon elastik (C_{sm}) dengan berat struktur ekuivalen yang kemudian dimodifikasi dengan faktor modifikasi respon (R) dengan rumus sebagai berikut :

$$E_Q = \frac{C_{sm}}{R} \times W_t \quad (\text{SNI 032833-2016 pasal 5.1})$$

$$E_Q = \frac{0,7}{0,8} \times 112,1 \text{ kN} = 98,08 \text{ kN} = 9,80 \text{ t/m}$$

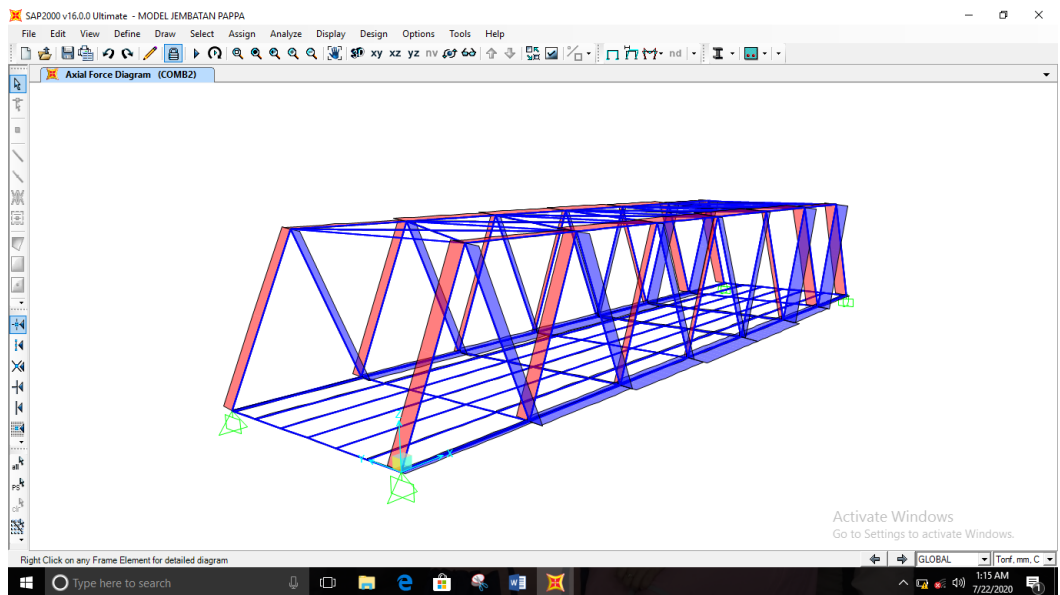


Gambar 4.9 Pemodelan pembebanan beban gempa.

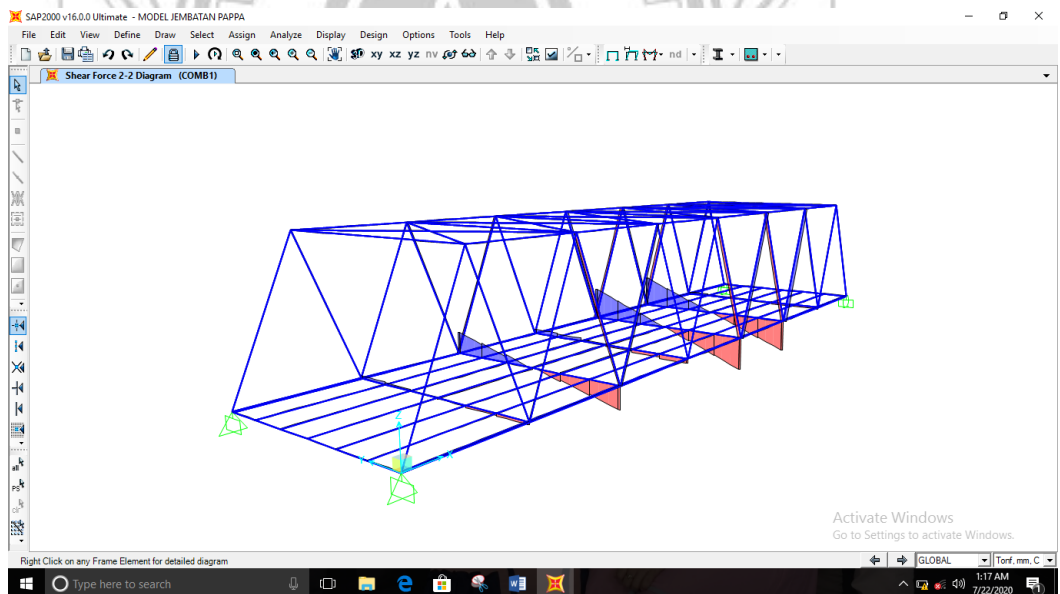
4.3 Analisa Kapasitas Struktur

4.3.1 Run Analisis SAP2000

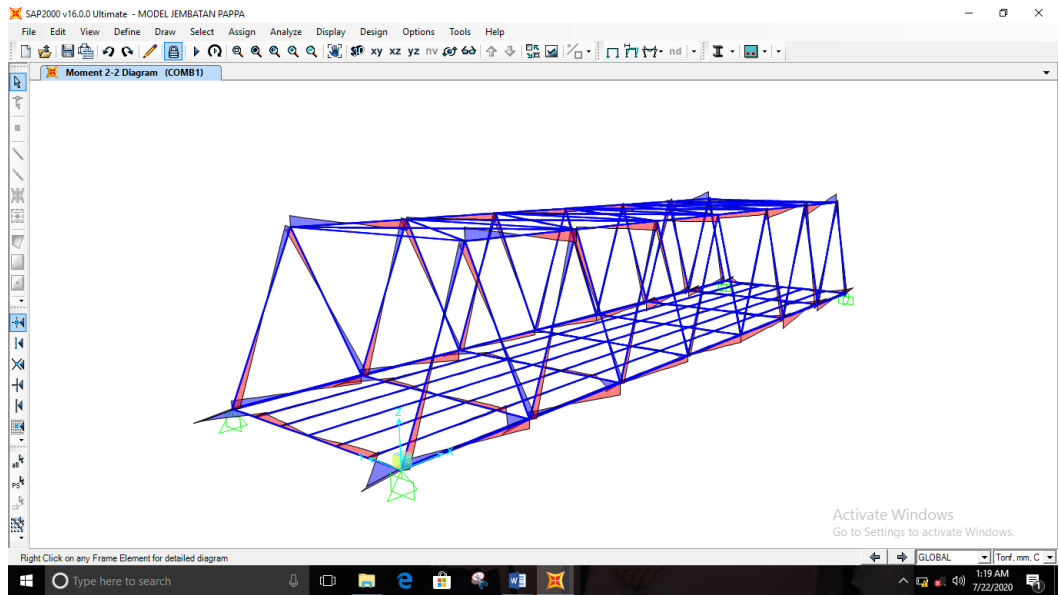
Setelah dilakukan pemodelan, pembebanan selanjutnya analisisnya., yaitu dengan fitur *Analyze ~ Run Analysis*.



Gambar 4.10 Axial Force

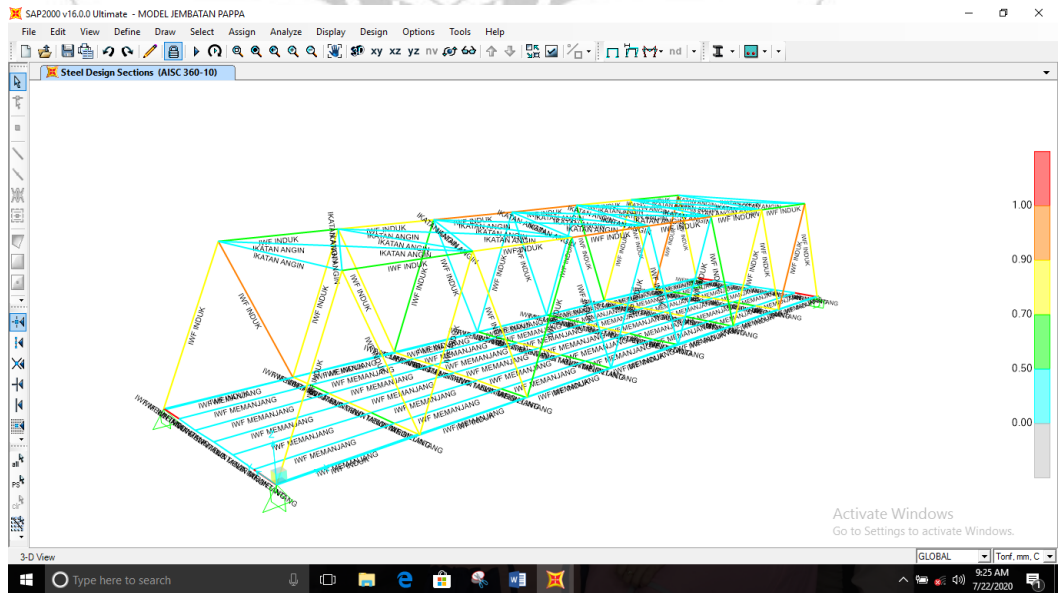


Gambar 4.11 Shear 2-2

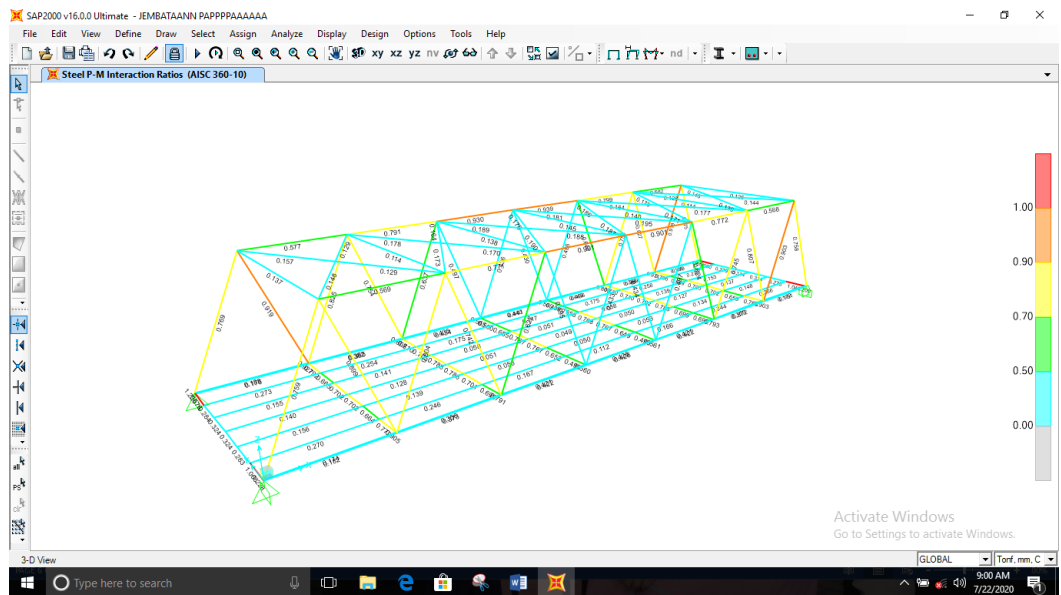


Gambar 4.12 Momen 2-2

4.3.2 Cek Struktur



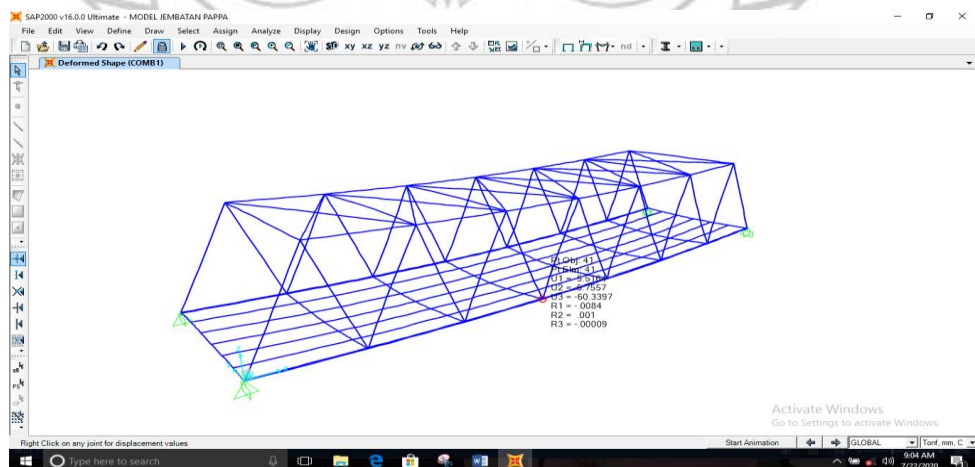
Gambar 4.13 Cek Struktur



Gambar 4.14 Stress Ratio Keseluruhan

4.3.3 Cek Lendutan

Model struktur yang telah dibuat dalam *SAP2000* selanjutnya dianalisis sehingga diperoleh nilai lendutan seperti gambar 4.15. Nilai lendutan sebesar 60,33 mm masih lebih kecil dari lendutan ijin $L/240$ ($35000/240 = 145$ mm)



Gambar 4.15 Lendutan akibat beban yang bekerja.

4.3.4 Analisa Perhitungan Sambungan

- a. Perhitungan Sambungan Gelagar Melintang Dan Gelagar Memanjang
Besarnya beban gelagar (P) = 20482 Kg. Untuk penyambungan antara gelagar melintang dan memanjang digunakan profil L.130.130.14. Sambungan menggunakan baut Ø 2,54 cm.

Jarak antar baut

Jarak baut ketepi sambungan

$$3 d \leq a \leq 6 d$$

$$c \geq 2 d$$

$$60 \leq a \leq 120$$

$$c \geq 40$$

a diambil 70 mm

c diambil 40 mm

Perhitungan yang bekerja pada sambungan :

Pengaruh desak

$$\delta/d = 1,5/25,4 = 0,590 \leq 0,628 \text{ (Pengaruh desak)}$$

$$n \text{ ds} = P/(2 \times \sigma \times \delta \times d) = 20482/(2 \times 2900 \times 1,5 \times 2,54)$$

$$= 0,954 \approx \text{Diambil 4 buah}$$

Tegangan yang terjadi :

$$\sigma_{\text{baut}} = \frac{P}{2 \times n \text{ baut} \left(\frac{1}{4} \times \pi \times d^2\right)} < 0,6 \times \sigma_{\text{izin baja}}$$

$$\sigma_{\text{baut}} = \frac{20842}{2 \times 4 \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 2,54^2\right)} < 0,6 \times 1933$$

$$= 514,49 \text{ Kg/cm}^2 < 1159,80 \text{ Kg/cm}^2$$

- b. Perhitungan Sambungan Gelagar Melintang Dengan Rangka

Jarak antar baut :

Jarak baut ketepi sambungan

$$3 d \leq a \leq 4 d$$

$$c \geq 2 d$$

$$60 \leq a \leq 80$$

$$c \geq 40$$

a diambil 70 mm

c diambil 40 mm

Digunakan sambungan irisan dua

$$\delta = 10 \text{ cm}$$

$$\phi = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{\delta}{d} = \frac{10}{20} = 0,5 < 0,628 \text{ (Pengaruh geser)}$$

$$P = \delta \times d \times \sigma_u = 1 \times 2 \times 1,2 \times 1933 = 4639 \text{ Kg}$$

$$\text{Kontrol jumlah baut (n)} = \frac{P}{P} = \frac{24351}{4639} = 5,24 = 6 \text{ Baut}$$

Tegangan yang terjadi :

$$\sigma_{\text{baut}} = \frac{P}{2 \times n \text{ baut} \left(\frac{1}{4} \times \pi \times d^2\right)} < 0,6 \times \sigma_{\text{izin baja}}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{baut}} &= \frac{24351}{2 \times 6 \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 2^2\right)} < 0,6 \times 1933 \\ &= 646,25 \text{ Kg/cm}^2 < 1159,80 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

c. Perhitungan Sambungan Pertambatan Angin

➤ Sambungan Pertambatan Angin Atas

Sambungan irisan I

Digunakan baut $\phi = 30 \text{ mm}$

$$\frac{\delta}{d} = \frac{6}{30} = 0,2 < 0,314 \text{ (Pengaruh geser)}$$

$$\begin{aligned} P &= 0,8 \cdot \sigma_u \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 0,8 \times 1933 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 3^2 = 10925,3 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$S = 89541,321 \text{ kg}$$

$$n = \frac{89541,321}{10925,3} = 8,19 \sim 10 \text{ baut}$$

➤ Sambungan Pertambatan Angin Bawah

Sambungan Irisan 2

Digunakan baut $\phi = 30 \text{ mm}$

$$S = 18372,25 \text{ kg}$$

$$\frac{\delta}{d} = \frac{6}{30} = 0,2 < 0,314 \text{ (Pengaruh geser)}$$

$$P = 2 \cdot \sigma \cdot \delta \cdot d = 2 \times 1933 \times 0,6 \times 3 = 6958,9 \text{ kg}$$

$$n = \frac{1837,25}{6958,9} = 2,64 \sim 4 \text{ baut}$$

4.3.5 Kontrol Rangka Jembatan

Kontrol kuat batang yang dilakukan yaitu kuat Tarik, kuat tekan, kuat geser, dan kuat lentur. Kekuatan batang dinyatakan memenuhi jika kapasitas ultimate batang lebih besar dari gaya yang terjadi. Berikut adalah contoh analisa kekuatan batang.

- Kontrol Kapasitas Tekan

	Pu	phi*Pnc	phi*Pnt
Axial	Force	Capacity	Capacity
	100.258	445.211	570.989

Gambar 4.16 Nilai Kapasitas Tekan

Pu < phi*Pnt Status -----> OK

- Kontrol Kapasitas Tarik

	Pu	phi*Pnc	phi*Pnt
Axial	Force	Capacity	Capacity
	100.258	445.211	570.989

Gambar 4.17 Nilai Kapasitas Tarik

Pu < phi*Pnt Status -----> OK

➤ Kontrol Kapasitas Lentur

		Mu	phi*Mn	phi*Mn
		Moment	Capacity	No LTB
Major Moment		-38892.111	95816.073	95816.073
Minor Moment		108.276	45115.075	

Gambar 4.18 Nilai Kapasitas Lentur

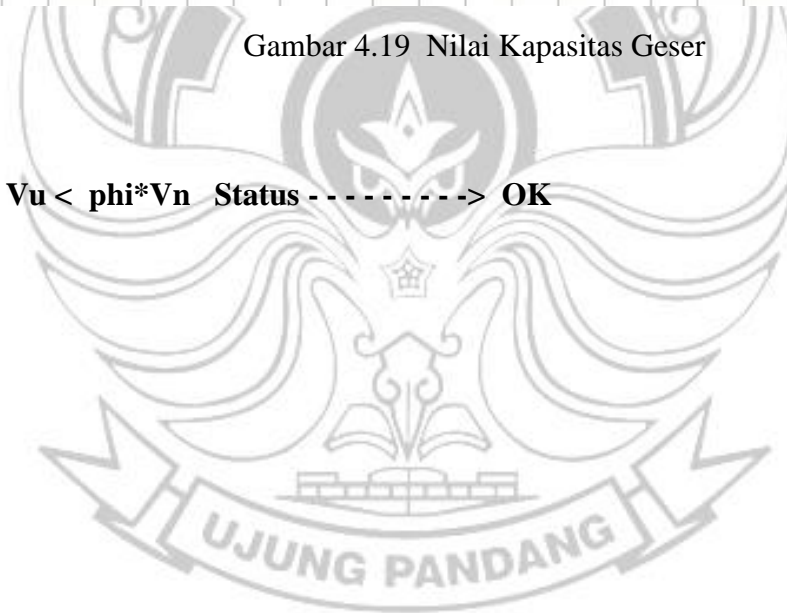
Mu < phi*Mn Status -----> OK

➤ Kontrol Kapasitas Geser

		Uu	phi*Un	Stress	Status
		Force	Capacity	Ratio	Check
Major Shear		6.526	83.038	0.079	OK
Minor Shear		0.382	268.275	0.001	OK

Gambar 4.19 Nilai Kapasitas Geser

Vu < phi*Vn Status -----> OK



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisa dengan bantuan perangkat lunak *SAP2000* menunjukkan bahwa jembatan masih bisa menahan beban yang telah dibuat. Hal ini dilihat dari hasil analisis struktur jembatan yang menunjukkan nilainya masih dikategorikan aman. Berdasarkan hasil ratio setiap profil berwarna orange atau kuning dengan nilai antara 0,7- 0,9 masih kurang dari 1. Hal ini menunjukkan bahwa jembatan memiliki keandalan atau ketahanan dalam menahan beban lalu lintas yang melewatinya.
2. Untuk besaran deformasi vertical diperoleh sebesar 60.33 mm, masih memenuhi standar lendutan yang diterapkan dalam SNI sebesar $L/240 = 145$ mm. Berdasarkan nilai-nilai tersebut diatas diketahui bahwa struktur Jembatan Sungai Pappa masih mampu memilikul beban lalu lintas.

5.2 Saran

1. Perlu diadakan studi lanjutan mengenai perkuatan struktur Jembatan Sungai Pappa , selain itu perlu perlu juga untuk dilakukan studi serupa mengenai substruktur (bangunan bawah) dari jembatan.

2. Untuk instansi terkait perlu dipertimbangkan metode transportasi material terutama akibat beban yang melintasi Jembatan Sungai Pappa dalam hal ini perlu dipertimbangkan mengenai pembatasan beban.



DAFTAR PUSTAKA

- All About Safety. 2013. Jenis-Jenis Jembatan, 10:42:59AM
<http://dhanieliezty.blogspot.co.id/2013/10/jenis-jenis-jembatan.html>
- Amir, Ashadi. 2013. Studi Keandalan Struktur Jembatan Sungai Tello (Lama) Berdasarkan Beban Lalu Lintas Umum Dan Trailer Super Berat Dengan Metode Moving Load. *Jurnal Tugas Akhir (online)*, 1-10 (<http://jurnal.unhas.ac.id>), diakses 20 Desember 2019.
- Badan Standarisasi Nasional. 2016. *SNI 1725-2016* Pembebanan Untuk Jembatan.
Jakarta. Standar Nasional Indonesia
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *SNI 2833-2013* Standar Pembebanan Untuk Jembatan.
Jakarta. Standar Nasional Indonesia
- Badan Standarisasi Nasional. 2016. *SNI 2833-2016* Standar Pembebanan Untuk Jembatan.
Jakarta. Standar Nasional Indonesia
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. *SNI T 02-2005*. Kombinasi Beban Untuk Perencanaan Tegangan Kerja
Jakarta. Standar Nasional Indonesia
- Bustaran , Z. Lambri, 1992, Daftar-daftar Untuk Konstruksi Baja, Penerbit PT Pradnya Paramita,
Jakarta.
- H.J.Struyk, K.H.C.W. Van der Veen. 1984. Jembatan, Penerbit PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Nurdianti, Ulfa. 2013. Studi Keandalan Struktur Gedung Tinggi Tidak Beraturan Menggunakan Pusover Analysis Pada Tanah Medium. *Jurnal Tugas Akhir (Online)*, 1-9 (<http://jurnal.unhas.ac.id>), diakses 20 Desember 2019.
- Manu, Agus Iqbal. 1995. Dasar-Dasar Perencanaan Jembatan Beton Bertulang . PT Mediatama Saptakarya, DPU.

Republik Indonesia. 2006. Undang-undang No. 34 Tentang Jembatan.
Lembaran Negara RI Tahun 2006. Sekretariat Negara. Jakarta.

Sugito. 2007. Modul SAP2000 Analisis 3D Statik Dan Dinamik. Jakarta

Sukirman Silvia, 1999, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Penerbit Nova,
Bandung.

Supriyadi, dkk. 2007 . Jembatan Caturtunggal. Bandung.





LAMPIRAN 1
(DATA HASIL SURVEY)

Penelitian : Tugas Akhir

Judul Tugas Akhir : Studi Keandalan Struktur Jembatan Sungai Pappa Berdasarkan Beban Lalu Lintas .

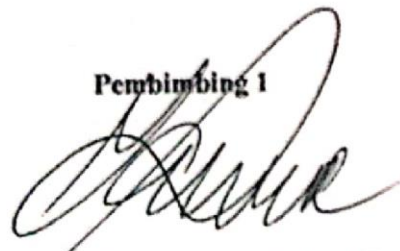
Peneliti : Agung Setia Budi / 312 17 004

Jenis Penelitian : Data Teknis Jembatan (Data Primer)

- a. Jenis Konstruksi : Jembatan Rangka Baja Tertutup
- b. Panjang Bentang : 35 m
- c. Jumlah bentang : 1
- d. Lebar Jembatan : 9 m
- e. Tinggi Rangka Utama : 6 m
- f. Jarak Antar Gelagar Melintang : 5 m
- g. Lebar Jalur Lalu Lintas : 7 m atau (2 x 3,5 m)
- h. Lebar Trotoar : 2 x 1 m
- i. Tebal Trotoar : 0,25 m
- j. Tebal Aspal : 0,05 m

Mengetahui, Makassar 28 Juni 2020

Pembimbing 1



Haerij Abdi Hasanuddin, S.T., M.T.

NIP. 19751102 200501 1 002

Pembimbing 2



Syahlendra Syahrul, S.T., M.T.

NIP. 19870531 201504 1 004

FOTO DOKUMENTASI SURVEY JEMBATAN



**FOTO DOKUMENTASI
SURVEY JEMBATAN**



**FOTO DOKUMENTASI
SURVEY KENDARAAN LALU LINTAS**



**FOTO DOKUMENTASI
SURVEY KENDARAAN LALU LINTAS**



